

PROJETO DE INFRAESTRUTURA PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS PARACATU/MG

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

ELABORAÇÃO

OBJETIVA
PROJETOS E SERVIÇOS

FEVEREIRO / 2026

**PROJETO DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA PARA O PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
ESTRADA ARACAJÁS - PARACATU/MG**

Resumo:

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de infraestrutura do Projeto de Pavimentação Estrada Aracajás em Paracatu/MG.

REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO
01	02/2026	B	REVISÃO	ASM	MLP	JFM	JGO
00	01/2026	A	PARA APROVAÇÃO	ASM	MLP	JFM	JGO

EMISSÕES

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:

Alessandra de Souza Moura - Engenheira Civil – CREA 247159MG

VOLUME:

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

Referência:

FEVEREIRO / 2026

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	8
1.1	EQUIPE TÉCNICA	8
1.2	LISTA DE DOCUMENTOS DO PROJETO	9
2	INTRODUÇÃO.....	10
2.1	OBJETIVO.....	10
2.2	GENERALIDADES.....	10
2.3	PLACA DA OBRA	10
2.4	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI.....	10
2.5	IMPLANTAÇÃO.....	11
3	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	12
3.1	OBJETIVO	12
3.2	LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS	12
3.3	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	13
3.4	CONDIÇÕES GERAIS	13
3.5	DEMOLIÇÕES, REMOÇÕES E REALOCAÇÕES	14
3.6	CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL	14
3.7	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	15
4	PROJETO GEOMÉTRICO	15
4.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	16
4.2	CONVENÇÕES	17
4.3	CLASSIFICAÇÃO DA VIA.....	17
4.4	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	18
4.5	ALINHAMENTO PROJETADO.....	19
4.6	SEÇÃO TIPO.....	20
4.7	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS.....	21
4.8	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS	28
4.9	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	30
5	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	32
5.1	DEFINIÇÃO BÁSICAS.....	32
5.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	33
5.3	DIMENSIONAMENTO	33
5.3.1	GEOMETRIA DOS TALUDES.....	33
5.3.2	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	34
5.3.3	NOTAS DE SERVIÇO.....	34
5.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	34

5.4.1	CONDIÇÕES GERAIS	34
5.4.2	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS	35
5.4.3	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA REATERROS DE VALAS OU CAVAS.....	36
5.4.4	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES	38
5.4.5	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	38
6	PROJETO DE DRENAGEM.....	39
6.2	DIMENSIONAMENTO	39
6.2.1	INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I).....	39
6.2.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)	40
6.2.3	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	41
6.2.4	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES (Q)	41
6.2.5	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C).....	41
6.2.6	DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO	42
6.2.7	DIMENSIONAMENTO DE SARJETAS.....	46
6.2.8	DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS PLUVIAIS E RAMAIS DE LIGAÇÃO DA REDE URBANA: 57	
6.3	DISPOSITIVOS ADOTADOS	65
6.3.1	MEIO FIO – PADRÃO SUDECAP	65
6.3.2	SARJETA TIPO “B”	66
6.3.3	BOCA DE LOBO SIMPLES COM GRELHA DE CONCRETO - BLS	66
6.3.4	ALA DE REDE TUBULAR.....	68
6.3.5	REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC.....	68
6.3.6	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA - CPV.....	70
6.3.7	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO - TFC	70
6.3.1	BERÇO E DENTE PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO - BDB.....	71
6.3.2	POÇO DE VISITA TIPO “B”	72
6.3.3	DISSIPADOR DE ENERGIA	74
6.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	74
6.4.1	REDE TUBULAR DE CONCRETO.....	74
6.4.2	MEIO FIO.....	79
6.4.3	SARJETAS E VALETAS.....	81
6.4.4	BOCAS DE LOBO, POÇOS DE VISITA E CHAMINÉ DO POÇO DE VISITA	82
6.4.5	DISSIPADORES	83
6.4.6	CAIXAS, BOCAS E ALAS.....	85
7	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	88
7.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	88
7.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	89
7.2.1	ESTIMATIVA DE TRÁFEGO	90

7.3	DIMENSIONAMENTO – PAVIMENTO FLEXÍVEL	90
7.3.1	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS A SEREM SEGUIDAS	91
7.3.2	COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	92
7.3.3	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO	92
7.3.4	ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS GRANULARES	93
7.3.5	INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO	94
7.3.6	DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS	96
7.4	QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS.....	103
7.5	SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO.....	104
7.6	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	107
7.6.1	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO EXISTENTE	107
7.6.2	REGULARIZAÇÃO DA SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	111
7.6.3	REGULARIZAÇÃO DA BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	116
7.6.4	REVESTIMENTO - CBUQ.....	120
7.6.5	IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO.....	129
8	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	133
8.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	134
8.2.1	LBO - LINHA DE BORDO.....	134
8.2.2	LFO-1 - LINHA DE FLUXOS OPOSTOS	135
8.2.3	LRE - LINHA DE RETENÇÃO.....	136
8.2.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (FTP)	136
8.2.5	LINHA DE FLUXOS OPOSTOS - LFO-2	137
8.2.6	LEGENDAS	138
8.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	139
8.3.1	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	140
8.3.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	141
8.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	142
8.4.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	142
8.4.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	143
9	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT.....	145
9.1	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE BOTA FORA	145
9.2	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES	146
9.3	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE.....	147
10	CONCLUSÃO.....	147
11	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de Alinhamento Projetado	20
Tabela 2 - Coeficientes de escoamento Superficial (C).....	42
Tabela 3 - Bacia de Contribuição	42
Tabela 4 - Comprimento Útil da Sarjeta.....	47
Tabela 5 - Tabela de Diâmetros.....	57
Tabela 6 - Dimensionamento de Rede.....	60
Tabela 7 - Espaçamento entre Poços de Visita.....	72
<i>Tabela 8 - Tabela de Diâmetros</i>	<i>75</i>
Tabela 9 - Largura da Vala para Obra de Água. (Fonte: NBR 12266:1992)	77
Tabela 10 - Número N x Classificação funcional de vias urbanas.....	90
Tabela 11 - Coeficientes de Equivalência Estrutural (K).....	92
Tabela 12 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso	93
Tabela 13 - Parâmetros de projeto	96
Tabela 14 – Consolidação dos dados - Classificação dos solos	98
Tabela 15 – Consolidação dos dados - Classificação dos solos – Separação dos Grupos	99
Tabela 16 - Espessuras do Pavimento	103
Tabela 17 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler).....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização	11
Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis	17
Figura 3 - Seção Tipo	21
Figura 4 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação.....	40
Figura 5 - Meio Fio de Concreto	66
Figura 6 - Sarjeta Tipo “B”	66
Figura 7 - Boca de Lobo Simples com Grelha de Concreto – BLD.....	68
Figura 8 - Ala de Rede Tubular	68
Figura 9 - Rede Tubular de concreto	69
Figura 10 - Chaminé de Poço de Visita – CPV	70
Figura 11 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento – TFC.....	71
Figura 12 - Berço e Dente para Assentamento de Bueiro - BDB.....	72
Figura 13 - Poço de Visita Tipo “B”	73
Figura 14 – Dissipador de Energia	74
Figura 15 - Ábaco de Dimensionamento de Pavimentos (Fonte: Manual de Dimensionamento de Pavimentos do DNIT – 2006).....	94
Figura 16 – Locação dos furos de sondagem	97
Figura 17 – Seção Típica – Grupo 1	104
Figura 18 – Detalhamento da Seção Tipo – Grupo 1	105
Figura 19 – Seção Típica – Grupo 2 e 3	106
Figura 20 – Detalhamento da Seção Tipo – Grupo 2 e 3	107
Figura 21 – Linha de Bordo - LBO	135
Figura 22 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01	135
Figura 23 – Linha de Retenção – LRE	136
Figura 24 – Zebrada – FTP 1	137
Figura 25 - Linha Fluxos Opostos – LFO-2	138

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 do Projeto de Pavimentação Estrada Aracajás, 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:

Fabiane Ferreira Ganda – Supervisora setor de Pavimentações (Engenheira Civil)

Alessandra de Souza Moura – Engenheira Civil

Bruno Lombello Rocha – Engenheiro Civil

1.2 LISTA DE DOCUMENTOS DO PROJETO

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

Quadro 1.2 – Lista de Desenhos

Projeto	Arquivo	Título dos Desenhos
PROJETO GEOMÉTRICO	PRJ-162954-EXE-GEO-0101-REV00	FOLHA 01/06 A 06/06: PLANTA GERAL / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO / QUADRO DE CURVA
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	PRJ-162954-EXE-TER-0101-REV00	FOLHA 01/03: PLANTA GERAL FOLHA 02/03 E 03/03: QUADRO DE VOLUME
PROJETO DE DRENAGEM	PRJ-162954-EXE-DRE-0101-REV00	FOLHA 01/09 A 03/09: MAPA DE SUB BACIA FOLHA 04/09 A 06/09: DETALHAMENTO PLANTA FOLHA 07/09 A 09/09: PERFIL FOLHA 10/11 A 11/11: DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	PRJ-162954-EXE-PAV-0101-REV00	FOLHA 01/02: PLANTA GERAL FOLHA 02/02: SEÇÃO TÍPICA / DETALHAMENTO DA SEÇÃO TIPO /
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	PRJ-162954-EXE-SIN-0101-REV00	FOLHA 01/04 A 03/04: PLANTA GERAL FOLHA 04/04: QUANTITATIVO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL / LISTAGEM DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL / INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO / ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE PLACAS / DETALHES GERAIS
SEÇÕES	PRJ-162954-EXE-ST-0101-REV00	SEÇÕES DE TERRAPLENAGEM
PLANILHA DE QUANTIDADES	PRJ-162954-EXE-PQ-0101-REV00	PLANILHA DE QUANTIDADES
NOTA DE SERVIÇO	PRJ-162954-EXE-TER-0101-REV00	NOTAS DE SERVIÇO

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 viária do Projeto de Pavimentação Estrada Aracajás 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.

2.5 IMPLANTAÇÃO

O projeto prevê a pavimentação em CBUQ de aproximadamente 2.480 metros, interligando as a rodovia MG-188 a Estrada Aracajás, localizado no Município de Paracatu-MG.

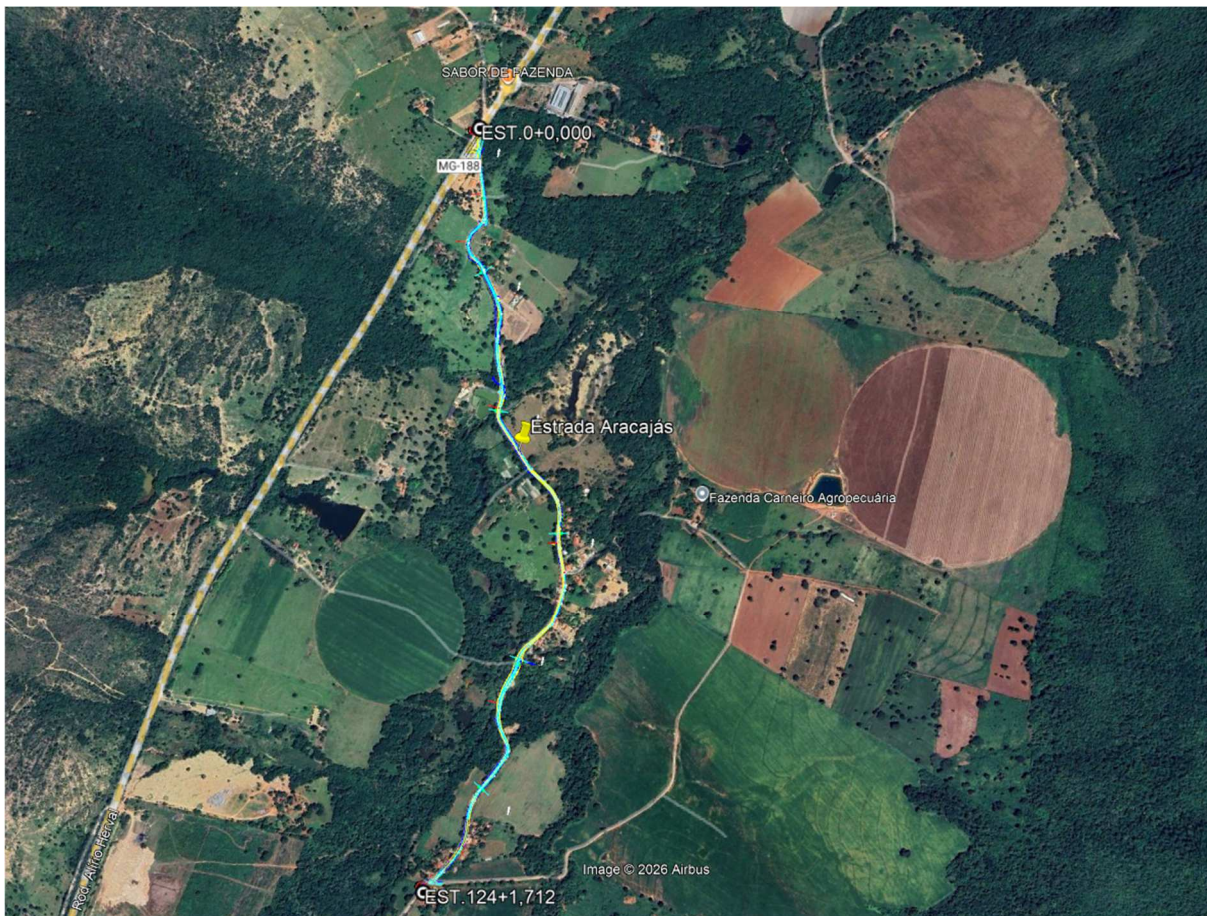


Figura 1 - Mapa de Localização

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).

3.5 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.

3.6 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.

3.7 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

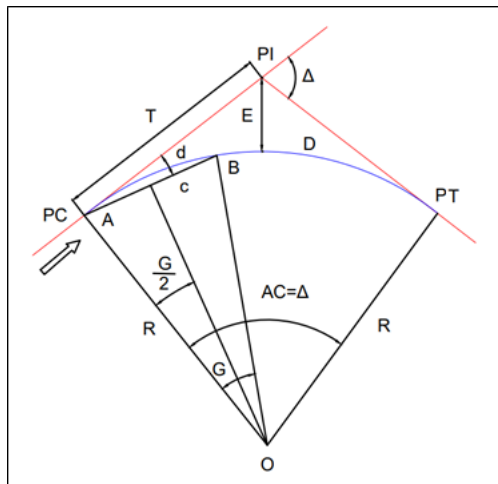


Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis

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 99 005 pessoas (IBGE), podendo ser considerada como uma área urbana. A Estrada Aracajás, classificada com via local, velocidade de 40km/h (destinadas ao acesso local ou a áreas restritas, geralmente com baixa velocidade e sem semáforos).

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 ALINHAMENTO PROJETADO

A seguir apresenta-se o alinhamento projetado.

Tabela 1 - Relação de Alinhamento Projetado

Relação de Alinhamentos Projetados			
Alinhamento	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)
Estrada Aracajás	Est. 0+0,00	EST.124+1,712	2.481,71

4.6 SEÇÃO TIPO

A 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.

A plataforma da via foi projetadas com as seguintes larguras:

Estrada Aracajás seção tipo:

- **Bordo Total:** 8,30m;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,50m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,50m;
- **Semi-pista de rolamento:** 2,50m;
- **Pista de Rolamento:** 5,00m;
- **Abaulamento:** 2,00 %;

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

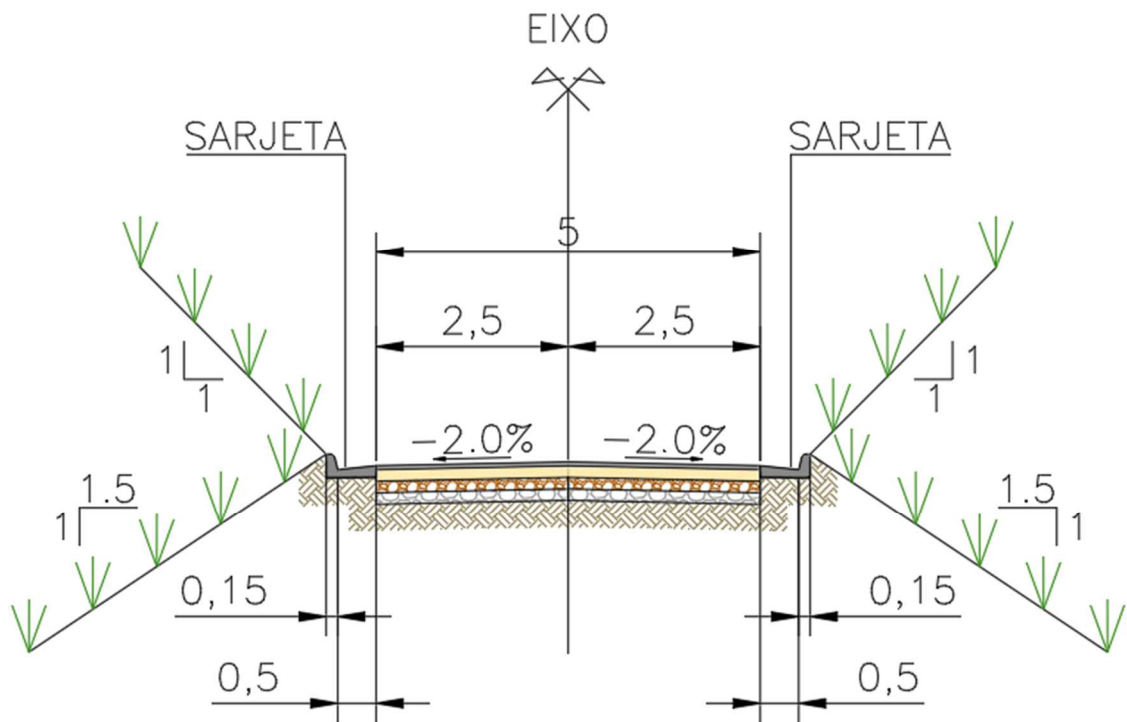


Figura 3 - Seção Tipo

4.7 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características planimétricas dos alinhamentos projetados.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS – ALINHAMENTO – MVP									
Nº	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L1	-	212,837	-	0+0,000	10+12,837	N E	-	8100811,2254 305154,7067	8100607,1316 305215,0816
S1	-	29,878	020° 52' 35.97"	10+12,837	12+2,715	N E	-	8100607,1316 305215,0816	8100607,1316 305215,0816
C1	41,000	5,866	008° 11' 52.27"	12+2,715	12+8,581	N E	8100574,1532 305224,8373	8100577,8392 305219,9983	8100572.0423 305219,1323
S2	-	29,878	020° 52' 35.97"	12+8,581	13+18,459	N E	-	8100572,0423 305219,1323	8100572,0423 305219,1323
L2	-	6,256	-	13+18,459	14+4,715	N E	-	8100545,4657 305205,8696	8100540,2471 305202,4192
S3	-	41,000	028° 38' 52.40"	14+4,715	16+5,715	N E	-	8100540,2471 305202,4192	8100540,2471 305202,4192
C2	41,000	17,058	023° 50' 15.24"	16+5,715	17+2,773	N E	8100492,8005 305171,0484	8100503,1899 305185,9644	8100486.3845 305188,0561
S4	-	41,000	028° 38' 52.40"	17+2,773	19+3,773	N E	-	8100486,3845 305188,0561	8100486,3845 305188,0561
L28	-	15,620	-	19+3,773	19+19,393	N E	-	8100454,4914 305213,0927	8100443,9713 305224,6384
C3	300,000	56,566	010° 48' 11.96"	19+19,393	22+15,959	N E	8100424,8658 305245,6068	8100443,9713 305224,6384	8100402.1686 305262,6224
L29	-	31,558	-	22+15,959	24+7,516	N E	-	8100402,1686 305262,6224	8100376,9184 305281,5519

L29	–	31,558	–	22+15,959	24+7,516	N E	–	8100402,1686 305262,6224	8100376,9184 305281,5519
S5	–	30,000	007° 09' 43.10"	24+7,516	25+17,516	N E	–	8100376,9184 305281,5519	8100376,9184 305281,5519
C4	120,000	1,171	000° 33' 33.29"	25+17,516	25+18,688	N E	8100352,3491 305299,9709	8100352,2032 305298,5198	8100351.1830 305299,0951
S6	–	30,000	007° 09' 43.10"	25+18,688	27+8,688	N E	–	8100351,1830 305299,0951	8100351,1830 305299,0951
L3	–	2,770	–	27+8,688	27+11,458	N E	–	8100323,8732 305311,4614	8100321,3043 305312,4980
C5	80,000	31,289	022° 24' 33.08"	27+11,458	29+2,747	N E	8100306,6086 305318,4280	8100321,3043 305312,4980	8100290.7619 305318,3079
L4	–	41,325	–	29+2,747	31+4,072	N E	–	8100290,7619 305318,3079	8100249,4380 305317,9946
C6	80,000	18,685	013° 22' 54.70"	31+4,072	32+2,757	N E	8100240,0532 305317,9235	8100249,4380 305317,9946	8100230.9068 305320,0263
L5	–	78,487	–	32+2,757	36+1,244	N E	–	8100230,9068 305320,0263	8100154,4155 305337,6120
L6	–	7,142	–	36+1,244	36+8,386	N E	–	8100154,4155 305337,6120	8100148,0038 305340,7585
C7	160,000	30,929	011° 04' 32.77"	36+8,386	37+19,315	N E	8100134,0774 305347,5930	8100148,0038 305340,7585	8100119.0975 305351,6247
L7	–	37,255	–	37+19,315	39+16,570	N E	–	8100119,0975 305351,6247	8100083,1231 305361,3070
C8	100,000	37,235	021° 20' 02.98"	39+16,570	41+13,805	N E	8100064,9346 305366,2023	8100083,1231 305361,3070	8100046.2116 305364,1450

L8	-	9,093	-	41+13,805	42+2,898	N E	-	8100046,2116 305364,1450	8100037,1732 305363,1519
S7	-	29,878	020° 52' 35.97"	42+2,898	43+12,776	N E	-	8100037,1732 305363,1519	8100037,1732 305363,1519
C9	41,000	5,590	007° 48' 44.16"	43+12,776	43+18,366	N E	8100003,1582 305359,4144	8100007,4732 305363,5048	8100002.1762 305365,2784
S8	-	29,878	020° 52' 35.97"	43+18,366	45+8,244	N E	-	8100002,1762 305365,2784	8100002,1762 305365,2784
L9	-	148,926	-	45+8,244	52+17,170	N E	-	8099978,2520 305382,8809	8099869,8592 305485,0081
C10	80,000	19,167	013° 43' 38.52"	52+17,170	53+16,337	N E	8099862,8505 305491,6117	8099869,8592 305485,0081	8099857.6090 305499,6898
L10	-	61,523	-	53+16,337	56+17,860	N E	-	8099857,6090 305499,6898	8099824,1213 305551,3008
C11	120,000	105,439	050° 20' 35.66"	56+17,860	62+3,299	N E	8099793,4250 305598,6099	8099824,1213 305551,3008	8099737.4126 305605,1693
L11	-	16,884	-	62+3,299	63+0,183	N E	-	8099737,4126 305605,1693	8099720,6431 305607,1332
C12	300,000	34,017	006° 29' 48.46"	63+0,183	64+14,200	N E	8099703,7319 305609,1136	8099720,6431 305607,1332	8099687.1533 305612,9948
L12	-	21,208	-	64+14,200	65+15,408	N E	-	8099687,1533 305612,9948	8099666,5035 305617,8291
C13	300,000	38,381	007° 19' 48.64"	65+15,408	67+13,789	N E	8099647,7928 305622,2094	8099666,5035 305617,8291	8099629.7939 305628,9412
L13	-	50,395	-	67+13,789	70+4,184	N E	-	8099629,7939 305628,9412	8099582,5920 305646,5952

C14	100,000	8,946	005° 07' 31.92"	70+4,184	70+13,130	N E	8099578,3998 305648,1632	8099582,5920 305646,5952	8099574.0842 305649,3503
L14	–	29,364	–	70+13,130	72+2,494	N E	–	8099574,0842 305649,3503	8099545,7720 305657,1386
C15	41,000	12,225	017° 04' 59.91"	72+2,494	72+14,719	N E	8099539,8346 305658,7719	8099545,7720 305657,1386	8099533.6794 305658,5889
L15	–	0,512	–	72+14,719	72+15,231	N E	–	8099533,6794 305658,5889	8099533,1671 305658,5737
C27	300,000	14,519	002° 46' 22.24"	72+15,231	73+9,750	N E	8099525,9096 305658,3580	8099533,1671 305658,5737	8099518.6711 305657,7914
L16	–	18,241	–	73+9,750	74+7,991	N E	–	8099518,6711 305657,7914	8099500,4858 305656,3681
C16	300,000	29,647	005° 39' 44.03"	74+7,991	75+17,638	N E	8099485,6953 305655,2104	8099500,4858 305656,3681	8099471.0911 305652,5991
L17	–	44,254	–	75+17,638	78+1,892	N E	–	8099471,0911 305652,5991	8099427,5278 305644,8098
C17	41,000	18,952	026° 29' 05.69"	78+1,892	79+0,844	N E	8099418,0299 305643,1116	8099427,5278 305644,8098	8099410.2861 305637,3558
L18	–	79,772	–	79+0,844	83+0,616	N E	–	8099410,2861 305637,3558	8099346,2625 305589,7686
S9	–	35,112	012° 34' 25.46"	83+0,616	84+15,729	N E	–	8099346,2625 305589,7686	8099346,2625 305589,7686
C18	80,000	5,834	004° 10' 41.96"	84+15,729	85+1,563	N E	8099315,2602 305566,7254	8099316,6902 305570,9776	8099311.2807 305568,7965
S10	–	35,112	012° 34' 25.46"	85+1,563	86+16,675	N E	–	8099311,2807 305568,7965	8099311,2807 305568,7965

L19	-	18,027	-	86+16,675	87+14,702	N E	-	8099276,9450 305561,8194	8099259,0639 305559,5298
C19	41,000	10,798	015° 05' 24.64"	87+14,702	88+5,501	N E	8099253,6773 305558,8401	8099259,0639 305559,5298	8099248.6560 305556,7718
L20	-	26,248	-	88+5,501	89+11,748	N E	-	8099248,6560 305556,7718	8099224,3865 305546,7751
S11	-	22,500	004° 01' 42.99"	89+11,748	90+14,248	N E	-	8099224,3865 305546,7751	8099224,3865 305546,7751
C20	160,000	146,449	052° 26' 36.00"	90+14,248	98+0,698	N E	8099127,6372 305506,9238	8099203,3918 305538,6974	8099063.3308 305558,0413
S12	-	22,500	004° 01' 42.99"	98+0,698	99+3,198	N E	-	8099063,3308 305558,0413	8099063,3308 305558,0413
L21	-	5,072	-	99+3,198	99+8,269	N E	-	8099045,3114 305571,5072	8099041,3212 305574,6375
C21	41,000	45,199	063° 09' 48.34"	99+8,269	101+13,468	N E	8099021,4899 305590,1948	8099041,3212 305574,6375	8098998.6554 305579,5227
L22	-	48,911	-	101+13,468	104+2,379	N E	-	8098998,6554 305579,5227	8098954,3453 305558,8137
C22	300,000	29,063	005° 33' 02.37"	104+2,379	105+11,442	N E	8098941,1702 305552,6562	8098954,3453 305558,8137	8098928.6525 305545,2531
L23	-	42,465	-	105+11,442	107+13,907	N E	-	8098928,6525 305545,2531	8098892,1016 305523,6366
C23	140,000	74,405	030° 27' 02.30"	107+13,907	111+8,312	N E	8098859,3044 305504,2400	8098892,1016 305523,6366	8098821.2009 305504,1404
L24	-	32,273	-	111+8,312	113+0,584	N E	-	8098821,2009 305504,1404	8098788,9282 305504,0560

C26	80,000	12,104	008° 40' 08.60"	113+0,584	113+12,689	N E	8098782,8646 305504,0402	8098788,9282 305504,0560	8098776.8677 305504,9385
L25	–	1,894	–	113+12,689	113+14,583	N E	–	8098776,8677 305504,9385	8098774,9944 305505,2191
C24	120,000	70,460	033° 38' 32.64"	113+14,583	117+5,043	N E	8098739,1161 305510,5935	8098774,9944 305505,2191	8098706.2695 305495,1909
L26	–	38,691	–	117+5,043	119+3,734	N E	–	8098706,2695 305495,1909	8098671,2389 305478,7641
C25	300,000	83,891	016° 01' 19.20"	119+3,734	123+7,625	N E	8098633,0121 305460,8385	8098671,2389 305478,7641	8098601.2178 305433,0584
L27	–	14,087	–	123+7,625	124+1,712	N E	–	8098601,2178 305433,0584	8098590,6098 305423,7898

4.8 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características altimétricas do alinhamento projetado.

ALINHAMENTO VERTICAL ESTARDA ARACAJÁS											
Nº	ESTACA PVI	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA DO PVI	RAMPA DE ENTRADA	RAMPA DE SAÍDA	VARIAÇÃO DE RAMPA	TIPO DE CURVA	COMPRIMENTO DA CURVA (M)	VALOR K	RAIO DA CURVA
1	0+0,00	305154,7067	8100811,2254	601,387		-2.51 %					
2	2+0,88	305166,3043	8100772,0204	600,362	-2.51 %	-0.50 %	2.01 %	Sag (CÔNCAVA)	77,6804	38,6954	-3869,5435
3	11+5,72	305218,4549	8100594,7038	599,438	-0.50 %	4.49 %	4.99 %	Sag (CÔNCAVA)	140,2825	28,1384	-2813,8408
4	17+0,65	305187,4172	8100488,4070	604,593	4.49 %	-6.63 %	11.12 %	Crest (CONVEXA)	81,2915	7,3130	731,3012
5	34+8,94	305330,3730	8100185,9026	581,500	-6.63 %	0.00 %	6.63 %	Sag (CÔNCAVA)	163,6452	24,6804	-2468,0443
6	40+3,26	305362,8290	8100076,6063	581,500	0.00 %	-3.24 %	3.24 %	Crest (CONVEXA)	36,3657	11,2247	1122,4680
7	42+4,57	305362,9702	8100035,5133	580,162	-3.24 %	1.17 %	4.41 %	Sag (CÔNCAVA)	29,0791	6,5976	-659,7597
8	55+6,42	305524,9243	8099841,2356	583,220	1.17 %	3.50 %	2.33 %	Sag (CÔNCAVA)	146,4465	62,7813	-6278,1328
9	63+4,26	305607,6351	8099716,5954	588,745	3.50 %	-0.70 %	4.21 %	Crest (CONVEXA)	161,4519	38,3951	3839,5118

ALINHAMENTO VERTICAL ESTARDA ARACAJÁS											
Nº	ESTACA PVI	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA DO PVI	RAMPA DE ENTRADA	RAMPA DE SAÍDA	VARIAÇÃO DE RAMPA	TIPO DE CURVA	COMPRIMENTO DA CURVA (M)	VALOR K	RAIO DA CURVA
10	85+10,55	305566,1805	8099302,6846	585,600	-0.70 %	-0.07 %	0.64 %	Sag (CÔNCAVA)	38,8952	61,0172	-6101,7228
11	88+13,33	305553,7902	8099241,4175	585,558	-0.07 %	-2.04 %	1.97 %	Crest (CONVEXA)	46,6589	23,6739	2367,3907
12	93+17,35	305530,9922	8099141,1689	583,438	-2.04 %	2.92 %	4.96 %	Sag (CÔNCAVA)	128,4003	25,8828	-2588,2818
13	101+18,6	305577,3508	8098994,0081	588,150	2.92 %	1.43 %	1.50 %	Crest (CONVEXA)	179,3227	119,7872	11978,7209
14	117+6,46	305494,5893	8098704,9867	592,540	1.43 %	0.34 %	1.09 %	Crest (CONVEXA)	200,0000	184,2553	18425,5341
15	124+1,71	305423,7898	8098590,6098	593,000	0.34 %						

4.9 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 1^a, 2^a ou 3^a 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 3^a categoria e falta de material de 1^a e / ou 2^a 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 espreitem 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 REATERROS DE VALAS OU CAVAS

Os materiais a serem utilizados no reaterro manual das valas da rede de drenagem deverão ser definidos com base no Estudo Geotécnico realizado, podendo ser reaproveitado o material escavado, desde que atenda às condições técnicas estabelecidas nesta especificação. Os solos poderão ser classificados como de 1ª, 2ª ou 3ª categoria, devendo atender, no mínimo, aos requisitos a seguir:

- a. O material de reaterro não deverá conter matéria orgânica, turfas, raízes, lixo, micáceas ou argilas orgânicas, nem apresentar comportamento excessivamente plástico ou saturado que inviabilize a compactação;
- b. O material reaproveitado deverá apresentar condições adequadas de compactação, sendo permitido o uso de solos arenosos ou argilosos de

consistência mole a média, desde que comprovada, em campo, a obtenção do grau de compactação mínimo de 95% do Proctor Normal, conforme ensaio de compactação (Norma DNIT 164/2013), admitindo-se variação de umidade ótima de $\pm 3\%$;

- c. Na região de envoltória da tubulação e nas camadas superiores do reaterro, o material deverá permitir adequada recompactação e suporte, de modo a prevenir abatimentos, recalques diferenciais ou danos à rede de drenagem, sendo obrigatória a substituição parcial do material quando não for possível atingir os parâmetros de compactação especificados;
- d. Caso sejam identificados, durante a execução, trechos com material excessivamente úmido, de alta plasticidade, com presença de lençol freático, solos muito moles ou materiais não compactáveis, deverá ser realizada a substituição pontual por material selecionado de jazida, ou adotadas soluções de melhoria do solo, devidamente justificadas pela fiscalização.

A execução do reaterro manual das valas deverá obedecer às diretrizes da DNIT 104/2009, contemplando as seguintes etapas:

- a. O reaterro será executado após o assentamento e conferência da rede de drenagem, mediante lançamento, espalhamento, homogeneização, ajuste de umidade e compactação do material;
- b. O lançamento do material deverá ocorrer em camadas sucessivas, com espessura máxima compatível com a compactação manual ou mecanizada disponível, não excedendo 0,20 m por camada, garantindo-se compactação uniforme em toda a largura da vala;
- c. Cada camada deverá ser compactada até atingir o grau de compactação mínimo especificado. Caso os parâmetros não sejam alcançados, o material deverá ser escarificado, corrigida a umidade e recomposto, até atendimento às condições exigidas;
- d. A execução do reaterro deverá ser acompanhada por controle tecnológico em campo, por meio de ensaios de densidade in situ, de forma a assegurar a estabilidade do reaterro e o desempenho adequado da rede de drenagem ao longo de sua vida útil.

5.4.4 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.

5.4.5 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.

6 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.

6.1 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.

6.2 DIMENSIONAMENTO

6.2.1 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.

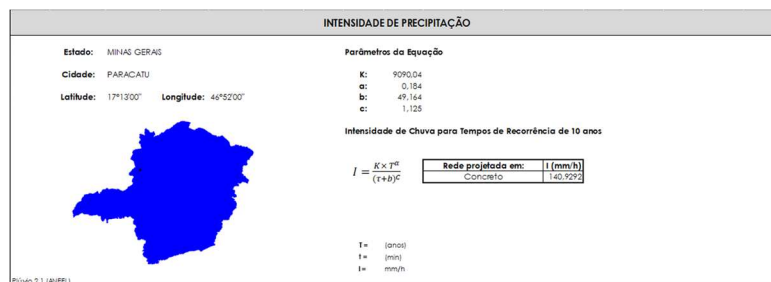


Figura 4 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação

6.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

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

Equação 2-Tempode Concentração

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

Onde:

- T_c 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 t_c foi fixado em 10 minutos.

6.2.3 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.

6.2.4 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.

6.2.5 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:

- C = 0,30 correspondente ao coeficiente para partes residenciais tipo distrito industrial, parques ou cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas.

6.2.6 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

CÁLCULO DE VAZÕES - DRENAGEM SUPERFICIAL - PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS							
Nº Sub-bacia	Área (m ²)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/H)	Coeficiente de Escoamento (runnof)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (litros/s)
	Total						
SB-01	1.352,00	10,00	100	141,07	0,30	0,0159	15,91
SB-02	1.216,40	10,00	10	141,07	0,30	0,0143	14,31
SB-03	1.266,10	10,00	10	141,07	0,30	0,0149	14,90
SB-04	1.134,05	10,00	10	141,07	0,30	0,0133	13,34

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS - PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

CÁLCULO DE VAZÕES - DRENAGEM SUPERFICIAL - PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS							
Nº Sub-bacia	Área (m ²)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/H)	Coeficiente de Escoamento (runoff)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (litros/s)
	Total						
SB-05	890,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0105	10,48
SB-06	878,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0103	10,34
SB-07	1.180,65	10,00	10	141,07	0,30	0,0139	13,89
SB-08	1.430,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0168	16,83
SB-09	946,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0111	11,13
SB-10	1.535,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0181	18,06
SB-11	934,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0110	10,99
SB-12	682,95	10,00	10	141,07	0,30	0,0080	8,04
SB-13	457,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0054	5,38
SB-14	1.078,95	10,00	10	141,07	0,30	0,0127	12,69
SB-15	1.042,30	10,00	10	141,07	0,30	0,0123	12,26
SB-16	1.577,95	10,00	10	141,07	0,30	0,0186	18,56
SB-17	1.288,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0152	15,16
SB-18	1.121,40	10,00	10	141,07	0,30	0,0132	13,19
SB-19	1.304,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0153	15,34
SB-20	963,50	10,00	10	141,07	0,30	0,0113	11,34
SB-21	1.366,55	10,00	10	141,07	0,30	0,0161	16,08
SB-22	1.096,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0129	12,90
SB-23	1.373,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0162	16,16
SB-24	1.096,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0129	12,90
SB-25	1.251,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0147	14,72
SB-26	1.131,80	10,00	10	141,07	0,30	0,0133	13,32
SB-27	1.061,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0125	12,49

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS - PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

CÁLCULO DE VAZÕES - DRENAGEM SUPERFICIAL - PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS							
Nº Sub-bacia	Área (m ²)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/H)	Coeficiente de Escoamento (runoff)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (litros/s)
	Total						
SB-28	1.381,55	10,00	10	141,07	0,30	0,0163	16,25
SB-29	814,27	10,00	10	141,07	0,30	0,0096	9,58
SB-30	757,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0089	8,91
SB-31	1.584,55	10,00	10	141,07	0,30	0,0186	18,64
SB-32	1.041,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0122	12,25
SB-33	1.376,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0162	16,19
SB-34	1.054,95	10,00	10	141,07	0,30	0,0124	12,41
SB-35	1.580,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0186	18,59
SB-36	1.091,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0128	12,84
SB-37	1.423,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0167	16,74
SB-38	1.016,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0120	11,95
SB-39	1.142,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0134	13,44
SB-40	1.305,80	10,00	10	141,07	0,30	0,0154	15,36
SB-41	1.082,65	10,00	10	141,07	0,30	0,0127	12,74
SB-42	1.237,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0146	14,56
SB-43	1.102,50	10,00	10	141,07	0,30	0,0130	12,97
SB-44	1.352,25	10,00	10	141,07	0,30	0,0159	15,91
SB-45	1.000,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0118	11,77
SB-46	627,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0074	7,39
SB-47	1.375,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0162	16,19
SB-48	1.113,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0131	13,10
SB-49	1.127,65	10,00	10	141,07	0,30	0,0133	13,27
SB-50	1.283,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0151	15,10

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS - PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

CÁLCULO DE VAZÕES - DRENAGEM SUPERFICIAL - PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS							
Nº Sub-bacia	Área (m ²)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/H)	Coeficiente de Escoamento (runoff)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (litros/s)
	Total						
SB-51	1.175,10	10,00	10	141,07	0,30	0,0138	13,83
SB-52	1.167,40	10,00	10	141,07	0,30	0,0137	13,73
SB-53	1.012,30	10,00	10	141,07	0,30	0,0119	11,91
SB-54	1.239,95	10,00	10	141,07	0,30	0,0146	14,59
SB-55	1.545,21	10,00	10	141,07	0,30	0,0182	18,18
SB-56	1.176,40	10,00	10	141,07	0,30	0,0138	13,84
SB-57	1.411,15	10,00	10	141,07	0,30	0,0166	16,60
SB-58	1.398,90	10,00	10	141,07	0,30	0,0165	16,46
SB-59	883,15	10,00	10	141,07	0,30	0,0104	10,39
SB-60	878,60	10,00	10	141,07	0,30	0,0103	10,34
SB-61	1.112,55	10,00	10	141,07	0,30	0,0131	13,09
SB-62	1.197,43	10,00	10	141,07	0,30	0,0141	14,09
SB-63	788,10	10,00	10	141,07	0,30	0,0093	9,27
SB-64	1.555,90	10,00	10	141,07	0,30	0,0183	18,31
SB-65	317,10	10,00	10	141,07	0,30	0,0037	3,73
SB-66	958,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0113	11,27
SB-67	1.131,15	10,00	10	141,07	0,30	0,0133	13,31
SB-68	1.100,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0129	12,94
SB-69	1.087,05	10,00	10	141,07	0,30	0,0128	12,79
SB-70	1.309,00	10,00	10	141,07	0,30	0,0154	15,40
SB-71	1.228,10	10,00	10	141,07	0,30	0,0144	14,45
SB-72	1.272,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0150	14,97
SB-73	1.268,15	10,00	10	141,07	0,30	0,0149	14,92

CÁLCULO DE VAZÕES - DRENAGEM SUPERFICIAL - PAVIMENTAÇÃO ESTRADA ARACAJÁS							
Nº Sub-bacia	Área (m ²)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retorno (anos)	Intensidade de chuva (mm/H)	Coeficiente de Escoamento (runoff)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (litros/s)
	Total						
SB-74	1.164,30	10,00	10	141,07	0,30	0,0137	13,70
SB-75	1.676,90	10,00	10	141,07	0,30	0,0197	19,73
SB-76	1.186,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0140	13,96
SB-77	1.301,90	10,00	10	141,07	0,30	0,0153	15,32
SB-78	1.145,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0135	13,48
SB-79	1.254,20	10,00	10	141,07	0,30	0,0148	14,76
SB-80	1.148,30	10,00	10	141,07	0,30	0,0135	13,51
SB-81	1.184,45	10,00	10	141,07	0,30	0,0139	13,94
SB-82	1.225,70	10,00	10	141,07	0,30	0,0144	14,42
SB-83	1.156,40	10,00	10	141,07	0,30	0,0136	13,61
SB-84	1.249,30	10,00	10	141,07	0,30	0,0147	14,70
SB-85	1.127,80	10,00	10	141,07	0,30	0,0133	13,27
SB-86	1.231,75	10,00	10	141,07	0,30	0,0145	14,49

6.2.7 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

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO				
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)			Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)			Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
0 + 0,000	3 + 6,700	66,70	0,025	1352,00	0,30	15,91	15,91	0,24	87,77	368,04	66,70	15,91	1	SIMPLES	87,77	0,00	
0 + 0,000	3 + 6,700	66,70	0,025	1216,40	0,30	14,31	14,31	0,21	87,77	409,07	66,70	14,31	1	SIMPLES	87,77	0,00	
3 + 6,700	6 + 6,770	60,07	0,005	1266,10	0,30	14,90	14,90	0,25	39,25	158,28	60,07	14,90	1	SIMPLES	39,25	0,00	
3 + 6,700	6 + 6,770	60,07	0,005	1134,05	0,30	13,34	13,34	0,22	39,25	176,71	60,07	13,34	1	SIMPLES	39,25	0,00	
6 + 6,770	8 + 9,580	42,81	0,005	890,75	0,30	10,48	10,48	0,24	39,25	160,34	42,81	10,48	1	SIMPLES	39,25	0,00	
6 + 6,770	8 + 9,580	42,81	0,005	878,70	0,30	10,34	10,34	0,24	39,25	162,53	42,81	10,34	1	SIMPLES	39,25	0,00	
8 + 9,580	11 + 9,940	60,36	0,005	1180,65	0,30	13,89	13,89	0,23	39,25	170,56	60,36	13,89	1	SIMPLES	39,25	0,00	
8 + 9,580	11 + 9,940	60,36	0,005	1430,75	0,30	16,83	16,83	0,28	39,25	140,74	60,36	16,83	1	SIMPLES	39,25	0,00	

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
11 + 9,940	14 + 12,080	62,14	0,040	946,00	0,30	11,13	11,13	0,18	110,61	617,55	62,14	11,13	1	SIMPLES	110,61	0,00
11 + 9,940	14 + 12,080	62,14	0,040	1535,25	0,30	18,06	18,06	0,29	110,61	380,53	62,14	18,06	1	SIMPLES	110,61	0,00
14 + 12,080	16 + 12,800	40,72	0,040	934,45	0,30	10,99	10,99	0,27	110,61	409,68	40,72	10,99	1	SIMPLES	110,61	0,00
14 + 12,080	16 + 12,800	40,72	0,040	682,95	0,30	8,04	8,04	0,20	110,61	560,55	40,72	8,04	1	SIMPLES	110,61	0,00
16 + 12,800	19 + 14,730	61,93	0,060	457,45	0,30	5,38	5,38	0,09	135,98	1564,70	61,93	5,38	1	SIMPLES	135,98	0,00
16 + 12,800	19 + 14,730	61,93	0,060	1078,95	0,30	12,69	12,69	0,20	135,98	663,40	61,93	12,69	1	SIMPLES	135,98	0,00
19 + 14,730	22 + 14,640	59,91	0,060	1042,30	0,30	12,26	12,26	0,20	135,98	664,33	59,91	12,26	1	SIMPLES	135,98	0,00
19 + 14,730	22 + 14,640	59,91	0,060	1577,95	0,30	18,56	18,56	0,31	135,98	438,81	59,91	18,56	1	SIMPLES	135,98	0,00
22 + 14,640	25 + 14,610	59,97	0,060	1288,20	0,30	15,16	15,16	0,25	135,98	538,05	59,97	15,16	1	SIMPLES	135,98	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)			Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q		Adotado	Nº	Tipo	
22 + 14,640	25 + 14,610	59,97	0,060	1121,40	0,30	13,19	13,19	0,22	135,98	618,08	59,97	13,19	1	SIMPLES	135,98	0,00
25 + 14,610	28 + 15,050	60,44	0,060	1304,25	0,30	15,34	15,34	0,25	135,98	535,60	60,44	15,34	1	SIMPLES	135,98	0,00
25 + 14,610	28 + 15,050	60,44	0,060	963,50	0,30	11,34	11,34	0,19	135,98	725,02	60,44	11,34	1	SIMPLES	135,98	0,00
28 + 15,050	31 + 15,100	60,05	0,060	1366,55	0,30	16,08	16,08	0,27	135,98	507,88	60,05	16,08	1	SIMPLES	135,98	0,00
28 + 15,050	31 + 15,100	60,05	0,060	1096,25	0,30	12,90	12,90	0,21	135,98	633,11	60,05	12,90	1	SIMPLES	135,98	0,00
31 + 15,100	34 + 15,850	60,75	0,060	1373,45	0,30	16,16	16,16	0,27	135,98	511,22	60,75	16,16	1	SIMPLES	135,98	0,00
31 + 15,100	34 + 15,850	60,75	0,060	1096,75	0,30	12,90	12,90	0,21	135,98	640,20	60,75	12,90	1	SIMPLES	135,98	0,00
34 + 15,850	37 + 15,360	59,51	0,060	1251,25	0,30	14,72	14,72	0,25	135,98	549,69	59,51	14,72	1	SIMPLES	135,98	0,00
34 + 15,850	37 + 15,360	59,51	0,060	1131,80	0,30	13,32	13,32	0,22	135,98	607,71	59,51	13,32	1	SIMPLES	135,98	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
37 + 15,360	40 + 15,460	60,10	0,010	1061,25	0,30	12,49	12,49	0,21	55,51	267,19	60,10	12,49	1	SIMPLES	55,51	0,00
40 + 15,460	42 + 11,260	35,80	0,010	814,27	0,30	9,58	9,58	0,27	55,51	207,44	35,80	9,58	1	SIMPLES	55,51	0,00
40 + 15,460	42 + 11,260	35,80	0,010	757,20	0,30	8,91	8,91	0,25	55,51	223,07	35,80	8,91	1	SIMPLES	55,51	0,00
42 + 11,260	45 + 13,720	62,46	0,010	1584,55	0,30	18,64	18,64	0,30	55,51	185,98	62,46	18,64	1	SIMPLES	55,51	0,00
42 + 11,260	45 + 13,720	62,46	0,010	1041,00	0,30	12,25	12,25	0,20	55,51	283,09	62,46	12,25	1	SIMPLES	55,51	0,00
45 + 13,720	48 + 13,720	60,00	0,010	1376,45	0,30	16,19	16,19	0,27	55,51	205,67	60,00	16,19	1	SIMPLES	55,51	0,00
45 + 13,720	48 + 13,720	60,00	0,010	1054,95	0,30	12,41	12,41	0,21	55,51	268,34	60,00	12,41	1	SIMPLES	55,51	0,00
48 + 13,720	51 + 13,880	60,16	0,010	1580,00	0,30	18,59	18,59	0,31	55,51	179,65	60,16	18,59	1	SIMPLES	55,51	0,00
48 + 13,720	51 + 13,880	60,16	0,010	1091,75	0,30	12,84	12,84	0,21	55,51	259,99	60,16	12,84	1	SIMPLES	55,51	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
51 + 13,880	54 + 14,400	60,52	0,010	1423,00	0,30	16,74	16,74	0,28	55,51	200,66	60,52	16,74	1	SIMPLES	55,51	0,00
51 + 13,880	54 + 14,400	60,52	0,010	1016,00	0,30	11,95	11,95	0,20	55,51	281,04	60,52	11,95	1	SIMPLES	55,51	0,00
54 + 14,400	57 + 14,050	59,65	0,035	1142,70	0,30	13,44	13,44	0,23	103,86	460,81	59,65	13,44	1	SIMPLES	103,86	0,00
54 + 14,400	57 + 14,050	59,65	0,035	1305,80	0,30	15,36	15,36	0,26	103,86	403,26	59,65	15,36	1	SIMPLES	103,86	0,00
57 + 14,050	60 + 14,810	60,76	0,035	1082,65	0,30	12,74	12,74	0,21	103,86	495,42	60,76	12,74	1	SIMPLES	103,86	0,00
57 + 14,050	60 + 14,810	60,76	0,035	1237,20	0,30	14,56	14,56	0,24	103,86	433,54	60,76	14,56	1	SIMPLES	103,86	0,00
60 + 14,810	63 + 15,090	60,28	0,035	1102,50	0,30	12,97	12,97	0,22	103,86	482,66	60,28	12,97	1	SIMPLES	103,86	0,00
60 + 14,810	63 + 15,090	60,28	0,035	1352,25	0,30	15,91	15,91	0,26	103,86	393,52	60,28	15,91	1	SIMPLES	103,86	0,00
63 + 15,090	65 + 17,930	42,84	0,035	1000,70	0,30	11,77	11,77	0,27	103,86	377,91	42,84	11,77	1	SIMPLES	103,86	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
63 + 15,090	65 + 17,930	42,84	0,035	627,70	0,30	7,39	7,39	0,17	103,86	602,48	42,84	7,39	1	SIMPLES	103,86	0,00
65 + 17,930	68 + 17,980	60,05	0,008	1375,70	0,30	16,19	16,19	0,27	49,65	184,21	60,05	16,19	1	SIMPLES	49,65	0,00
65 + 17,930	68 + 17,980	60,05	0,008	1113,70	0,30	13,10	13,10	0,22	49,65	227,54	60,05	13,10	1	SIMPLES	49,65	0,00
68 + 17,980	71 + 17,840	59,86	0,008	1127,65	0,30	13,27	13,27	0,22	49,65	224,02	59,86	13,27	1	SIMPLES	49,65	0,00
68 + 17,980	71 + 17,840	59,86	0,008	1283,75	0,30	15,10	15,10	0,25	49,65	196,78	59,86	15,10	1	SIMPLES	49,65	0,00
71 + 17,840	74 + 18,440	60,60	0,008	1175,10	0,30	13,83	13,83	0,23	49,65	217,63	60,60	13,83	1	SIMPLES	49,65	0,00
71 + 17,840	74 + 18,440	60,60	0,008	1167,40	0,30	13,73	13,73	0,23	49,65	219,06	60,60	13,73	1	SIMPLES	49,65	0,00
74 + 18,440	77 + 18,690	60,25	0,008	1012,30	0,30	11,91	11,91	0,20	49,65	251,17	60,25	11,91	1	SIMPLES	49,65	0,00
74 + 18,440	77 + 18,690	60,25	0,008	1239,95	0,30	14,59	14,59	0,24	49,65	205,06	60,25	14,59	1	SIMPLES	49,65	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
77 + 18,690	80 + 19,200	60,51	0,008	1545,21	0,30	18,18	18,18	0,30	49,65	165,26	60,51	18,18	1	SIMPLES	49,65	0,00
77 + 18,690	80 + 19,200	60,51	0,008	1176,40	0,30	13,84	13,84	0,23	49,65	217,07	60,51	13,84	1	SIMPLES	49,65	0,00
80 + 19,200	83 + 19,170	59,97	0,008	1411,15	0,30	16,60	16,60	0,28	49,65	179,34	59,97	16,60	1	SIMPLES	49,65	0,00
80 + 19,200	83 + 19,170	59,97	0,008	1398,90	0,30	16,46	16,46	0,27	49,65	180,91	59,97	16,46	1	SIMPLES	49,65	0,00
83 + 19,170	86 + 6,310	47,14	0,008	883,15	0,30	10,39	10,39	0,22	49,65	225,25	47,14	10,39	1	SIMPLES	49,65	0,00
83 + 19,170	86 + 6,310	47,14	0,008	878,60	0,30	10,34	10,34	0,22	49,65	226,42	47,14	10,34	1	SIMPLES	49,65	0,00
86 + 6,310	89 + 5,870	59,56	0,005	1112,55	0,30	13,09	13,09	0,22	39,25	178,60	59,56	13,09	1	SIMPLES	39,25	0,00
86 + 6,310	89 + 5,870	59,56	0,020	1197,43	0,30	14,09	14,09	0,24	78,51	331,92	59,56	14,09	1	SIMPLES	78,51	0,00
89 + 5,870	92 + 6,610	60,74	0,020	788,10	0,30	9,27	9,27	0,15	78,51	514,30	60,74	9,27	1	SIMPLES	78,51	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
89 + 5,870	92 + 6,610	60,74	0,020	1555,90	0,30	18,31	18,31	0,30	78,51	260,51	60,74	18,31	1	SIMPLES	78,51	0,00
92 + 6,610	93 + 5,910	19,30	0,020	317,10	0,30	3,73	3,73	0,19	78,51	406,15	19,30	3,73	1	SIMPLES	78,51	0,00
92 + 6,610	93 + 5,910	19,30	0,020	958,00	0,30	11,27	11,27	0,58	78,51	134,44	19,30	11,27	1	SIMPLES	78,51	0,00
93 + 5,910	96 + 6,240	60,33	0,015	1131,15	0,30	13,31	13,31	0,22	67,99	308,22	60,33	13,31	1	SIMPLES	67,99	0,00
93 + 5,910	96 + 6,240	60,33	0,015	1100,20	0,30	12,94	12,94	0,21	67,99	316,89	60,33	12,94	1	SIMPLES	67,99	0,00
96 + 6,240	99 + 6,570	60,33	0,015	1087,05	0,30	12,79	12,79	0,21	67,99	320,72	60,33	12,79	1	SIMPLES	67,99	0,00
96 + 6,240	99 + 6,570	60,33	0,015	1309,00	0,30	15,40	15,40	0,26	67,99	266,34	60,33	15,40	1	SIMPLES	67,99	0,00
99 + 6,570	102 + 11,330	64,76	0,015	1228,10	0,30	14,45	14,45	0,22	67,99	304,73	64,76	14,45	1	SIMPLES	67,99	0,00
99 + 6,570	102 + 11,330	64,76	0,015	1272,20	0,30	14,97	14,97	0,23	67,99	294,17	64,76	14,97	1	SIMPLES	67,99	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)		Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q	Adotado		Nº	Tipo	Capacidade QBL (l/s)	
102 + 11,330	105 + 11,580	60,25	0,015	1268,15	0,30	14,92	14,92	0,25	67,99	274,56	60,25	14,92	1	SIMPLES	67,99	0,00
102 + 11,330	105 + 11,580	60,25	0,015	1164,30	0,30	13,70	13,70	0,23	67,99	299,04	60,25	13,70	1	SIMPLES	67,99	0,00
105 + 11,580	108 + 11,170	59,59	0,015	1676,90	0,30	19,73	19,73	0,33	67,99	205,36	59,59	19,73	1	SIMPLES	67,99	0,00
105 + 11,580	108 + 11,170	59,59	0,015	1186,45	0,30	13,96	13,96	0,23	67,99	290,25	59,59	13,96	1	SIMPLES	67,99	0,00
108 + 11,170	111 + 11,610	60,44	0,015	1301,90	0,30	15,32	15,32	0,25	67,99	268,28	60,44	15,32	1	SIMPLES	67,99	0,00
108 + 11,170	111 + 11,610	60,44	0,015	1145,45	0,30	13,48	13,48	0,22	67,99	304,92	60,44	13,48	1	SIMPLES	67,99	0,00
111 + 11,610	114 + 11,670	60,06	0,015	1254,20	0,30	14,76	14,76	0,25	67,99	276,73	60,06	14,76	1	SIMPLES	67,99	0,00
111 + 11,610	114 + 11,670	60,06	0,015	1148,30	0,30	13,51	13,51	0,22	67,99	302,26	60,06	13,51	1	SIMPLES	67,99	0,00
114 + 11,670	117 + 12,290	60,62	0,015	1184,45	0,30	13,94	13,94	0,23	67,99	295,76	60,62	13,94	1	SIMPLES	67,99	0,00

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SARJETAS													ESTUDO DE CAPACIDADE DE BOCAS DE LOBO			
Trecho Estudado				Vazão requerida Q (m³/s)				Vazão Específica q (m³/s.m) Q/L	Sarjeta - TIPO B - FA=1,67	Comprimento Útil - Lu (m)		Vazão Final Sarjeta (l/s) Qs (Lu adotado x q)	Boca de Lobo			Vazão Remanescente (m³/s) Qs -QBL
Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão L (m)	Declividade (m/m)	Área de Contribuição A (m²)	C	Vazão Área Contribuição - Q1	Total (Q = Q1+ Q2)			Capacidade Q0 (l/s)	Calculado Q0/Q		Adotado	Nº	Tipo	
114 + 11,670	117 + 12,290	60,62	0,015	1225,70	0,30	14,42	14,42	0,24	67,99	285,81	60,62	14,42	1	SIMPLES	67,99	0,00
117 + 12,290	120 + 12,350	60,06	0,015	1156,40	0,30	13,61	13,61	0,23	67,99	300,14	60,06	13,61	1	SIMPLES	67,99	0,00
117 + 12,290	120 + 12,350	60,06	0,015	1249,30	0,30	14,70	14,70	0,24	67,99	277,82	60,06	14,70	1	SIMPLES	67,99	0,00
120 + 12,350	123 + 12,080	59,73	0,015	1127,80	0,30	13,27	13,27	0,22	67,99	306,06	59,73	13,27	1	SIMPLES	67,99	0,00
120 + 12,350	123 + 12,080	59,73	0,005	1231,75	0,30	14,49	14,49	0,24	39,25	161,77	59,73	14,49	1	SIMPLES	39,25	0,00

6.2.8 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 $T_c = 10\text{min}$ 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:

Tabela 6 - Dimensionamento de Rede

DIMENSIONAMENTO DE REDES TUBULARES																
Trecho (PV)		Cota Topo		Prof. (m)		Cota Tubulação (Fundo)		Extensão (m)	Material	Vazão - Q (m³/s)	Vazão - Q (L/s)	Declividade i (m/m)	DN (mm)	Coeficiente de Manning	Velocidade (m/s)	Lâmina d'água Y/D (%)
Montante	Jusante	Disp. Montante	Disp. Jusante	Mont.	Jus.	Montante	Jusante									
PVA-01	PVA-02	600,253	599,933	1,80	1,80	598,453	598,133	60,00	CONCRETO	0,0585	58,46	0,0050	800	0,013	1,04	16,95%
PVA-02	PVA-03	599,933	599,752	1,80	1,80	598,133	597,952	60,00	CONCRETO	0,0793	79,27	0,0050	800	0,013	1,13	19,68%
PVA-03	LANÇ 01	599,752	599,752	1,80	1,80	597,952	597,952	10,00	CONCRETO	0,1290	129,03	0,0100	800	0,013	1,67	21,10%
PVA-05	PVA-04.2	600,417	601,209	1,80	1,80	598,617	599,409	31,90	CONCRETO	0,0190	19,03	0,0449	800	0,013	1,59	5,88%
PVA-04.2	PVA-04.1	601,209	600,849	1,80	1,80	599,409	599,049	12,12	CONCRETO	0,0190	19,03	0,0449	800	0,013	1,59	5,88%
PVA-04.1	PVA-04	600,849	600,367	1,80	1,80	599,049	598,567	17,96	CONCRETO	0,0190	19,03	0,0449	800	0,013	1,59	5,88%
PVA-04	PVA-03	600,367	599,752	1,80	1,80	598,567	597,952	60,00	CONCRETO	0,0498	49,75	0,0050	800	0,013	0,99	15,67%
PVA-03	LANÇ 01	599,752	599,752	1,80	1,80	597,952	597,952	10,00	CONCRETO	0,1290	129,03	0,0100	800	0,013	1,31	25,09%
PVA-06	PVA-06.1	601,021	598,669	1,80	1,80	599,221	596,869	35,45	CONCRETO	0,0489	48,90	0,0663	800	0,013	2,43	8,37%
PVA-06.1	PVA-07	598,669	599,752	1,80	1,80	596,869	597,952	24,62	CONCRETO	0,0489	48,90	0,0663	800	0,013	2,43	8,37%
PVA-07	PVA-08	599,752	593,061	1,80	1,80	597,952	591,261	60,00	CONCRETO	0,0773	77,25	0,0663	800	0,013	2,79	10,40%
PVA-08	PVA-08.1	593,061	590,049	1,80	1,80	591,261	588,249	45,30	CONCRETO	0,1058	105,79	0,0663	800	0,013	3,05	11,99%
PVA-08.1	PVA-09	590,049	589,051	1,80	1,80	588,249	587,251	15,10	CONCRETO	0,1039	103,93	0,0663	800	0,013	3,05	11,99%

DIMENSIONAMENTO DE REDES TUBULARES																
Trecho (PV)		Cota Topo		Prof. (m)		Cota Tubulação (Fundo)		Extensão (m)	Material	Vazão - Q (m³/s)	Vazão - Q (L/s)	Declividade i (m/m)	DN (mm)	Coeficiente de Manning	Velocidade (m/s)	Lâmina d'água Y/D (%)
Montante	Jusante	Disp. Montante	Disp. Jusante	Mont.	Jus.	Montante	Jusante									
PVA-09	PVA-10	589,051	585,227	1,80	1,80	587,251	583,427	60,00	CONCRETO	0,1329	132,91	0,0663	800	0,013	3,28	13,49%
PVA-10	PVA-11	585,227	582,659	1,80	1,80	583,427	580,859	60,00	CONCRETO	0,1620	161,97	0,0663	800	0,013	3,48	14,84%
PVA-11	PVA-11.1	582,659	582,022	1,80	1,80	580,859	580,222	24,86	CONCRETO	0,1620	161,97	0,0663	800	0,013	3,48	14,84%
PVA-11.1	PVA-12	582,022	581,548	1,80	1,80	580,222	579,748	35,31	CONCRETO	0,1900	190,01	0,0663	800	0,013	3,65	16,04%
PVA-12	LANÇ 02A	0,000	0,000	1,80	1,80	-1,800	-1,800	5,50	CONCRETO	0,4891	489,10	0,0100	800	0,013	2,43	42,10%
PVA-12.1	PVA-13	581,401	581,089	1,80	1,80	579,601	579,289	15,45	CONCRETO	0,2187	218,75	0,0117	800	0,013	2,06	26,43%
PVA-13	PVA-14	581,089	580,286	1,80	1,80	579,289	578,486	35,73	CONCRETO	0,2372	237,24	0,0117	800	0,013	2,11	27,55%
PVA-14	LANÇ 02	0,000	0,000	1,80	1,80	-1,800	-1,800	35,73	CONCRETO	0,4891	489,10	0,0100	800	0,013	2,43	42,10%
PVA-21	PVA-20.1	588,000	587,480	1,80	1,80	586,200	585,680	35,08	CONCRETO	0,0480	48,04	0,0350	800	0,013	1,93	9,66%
PVA-20.1	PVA-20	587,480	586,799	1,80	1,80	585,680	584,999	25,05	CONCRETO	0,0513	51,25	0,0350	800	0,013	1,93	9,66%
PVA-20	PVA-19.1	586,799	586,022	1,80	1,80	584,999	584,222	28,22	CONCRETO	0,0480	48,04	0,0350	800	0,013	1,93	9,66%
PVA-19.1	PVA-19	586,022	584,941	1,80	1,80	584,222	583,141	32,37	CONCRETO	0,0753	75,33	0,0350	800	0,013	2,21	11,97%
PVA-19	PVA-18	584,941	583,370	1,80	1,80	583,141	581,570	59,80	CONCRETO	0,1041	104,14	0,0350	800	0,013	2,44	13,99%
PVA-18	PVA-17.1	583,370	583,370	1,80	1,80	581,570	581,570	25,11	CONCRETO	0,1322	132,24	0,0117	800	0,013	1,78	20,54%

DIMENSIONAMENTO DE REDES TUBULARES																
Trecho (PV)		Cota Topo		Prof. (m)		Cota Tubulação (Fundo)		Extensão (m)	Material	Vazão - Q (m³/s)	Vazão - Q (L/s)	Declividade i (m/m)	DN (mm)	Coeficiente de Manning	Velocidade (m/s)	Lâmina d'água Y/D (%)
Montante	Jusante	Disp. Montante	Disp. Jusante	Mont.	Jus.	Montante	Jusante									
PVA-17.1	PVA-17	583,370	582,371	1,80	1,80	581,570	580,571	35,18	CONCRETO	0,1609	160,94	0,0117	800	0,013	1,88	22,65%
PVA-17	PVA-16	582,371	581,724	1,80	1,80	580,571	579,924	60,00	CONCRETO	0,1924	192,37	0,0117	800	0,013	1,98	24,77%
PVA-16	PVA-15	581,724	580,967	1,80	1,80	579,924	579,167	60,00	CONCRETO	0,2210	220,98	0,0117	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-15	PVA-14.2	580,967	580,708	1,80	1,80	579,167	578,908	21,85	CONCRETO	0,2210	220,98	0,0117	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-14.2	PVA-14.1	580,708	580,469	1,80	1,80	578,908	578,669	21,30	CONCRETO	0,2210	220,98	0,0117	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-14.1	PVA-14	580,469	580,286	1,80	1,80	578,669	578,486	19,08	CONCRETO	0,2519	251,87	0,0117	800	0,013	2,14	28,40%
PVA-14	LANÇ 02	0,000	0,000	1,80	1,80	-1,800	-1,800	10,00	CONCRETO	0,4891	489,10	0,0100	800	0,013	2,43	42,10%
PVA-22	PVA-22.1	587,943	587,727	1,80	1,80	586,143	585,927	39,92	CONCRETO	0,0577	57,66	0,0070	800	0,013	1,16	15,52%
PVA-22.1	PVA-23	587,727	587,446	1,80	1,80	585,927	585,646	39,92	CONCRETO	0,0577	57,66	0,0070	800	0,013	1,16	15,52%
PVA-23	PVA-24	587,446	587,095	1,80	1,80	585,646	585,295	49,78	CONCRETO	0,0852	85,22	0,0070	800	0,013	1,30	18,78%
PVA-24	PVA-25	587,095	586,672	1,80	1,80	585,295	584,872	60,00	CONCRETO	0,1117	111,72	0,0070	800	0,013	1,41	21,46%
PVA-25	PVA-25.1	586,672	586,539	1,80	1,80	584,872	584,739	18,63	CONCRETO	0,1117	111,72	0,0070	800	0,013	1,41	21,46%
PVA-25.1	PVA-26	586,539	586,244	1,80	1,80	584,739	584,444	41,96	CONCRETO	0,1437	143,74	0,0070	800	0,013	1,52	24,34%
PVA-26	PVA-27	586,244	585,838	1,80	1,80	584,444	584,038	60,00	CONCRETO	0,1768	176,80	0,0070	800	0,013	1,61	27,03%

DIMENSIONAMENTO DE REDES TUBULARES																
Trecho (PV)		Cota Topo		Prof. (m)		Cota Tubulação (Fundo)		Extensão (m)	Material	Vazão - Q (m³/s)	Vazão - Q (L/s)	Declividade i (m/m)	DN (mm)	Coeficiente de Manning	Velocidade (m/s)	Lâmina d'água Y/D (%)
Montante	Jusante	Disp. Montante	Disp. Jusante	Mont.	Jus.	Montante	Jusante									
PVA-27	PVA-27.1	585,838	585,881	1,80	1,80	584,038	584,081	20,80	CONCRETO	0,1768	176,80	0,0070	800	0,013	1,61	27,03%
PVA-27.1	PVA-28	585,881	585,591	1,80	1,80	584,081	583,791	25,86	CONCRETO	0,1975	197,53	0,0070	800	0,013	3,28	13,49%
PVA-28	LANÇ.03A	585,591	585,545	1,80	1,80	583,791	583,745	5,50	CONCRETO	0,1975	197,53	0,0050	800	0,013	3,48	14,84%
PVA-29	PVA-29.1	585,270	585,270	1,80	1,80	583,470	583,470	33,67	CONCRETO	0,2481	248,06	0,0204	800	0,013	3,65	16,04%
PVA-29.1	PVA-30	585,270	584,278	1,80	1,80	583,470	582,478	26,63	CONCRETO	0,2481	248,06	0,0204	800	0,013	1,98	24,62%
PVA-30	PVA-31	584,278	584,206	1,80	1,80	582,478	582,406	20,00	CONCRETO	0,2631	263,07	0,0204	800	0,013	2,06	26,43%
PVA-31	LANÇ.03	584,206	0,000	1,80	1,80	582,406	-1,800	10,00	CONCRETO	0,5507	550,71	0,0100	800	0,013	2,11	27,55%
PVA-41	PVA-40.1	593,000	592,857	1,80	1,80	591,200	591,057	32,28	CONCRETO	0,0278	27,76	0,0050	800	0,013	2,43	42,10%
PVA-40.1	PVA-40	592,857	592,732	1,80	1,80	591,057	590,932	39,92	CONCRETO	0,0278	27,76	0,0143	800	0,013	1,93	9,66%
PVA-40	PVA-39	592,732	592,319	1,80	1,80	590,932	590,519	60,00	CONCRETO	0,0561	56,06	0,0143	800	0,013	1,93	9,66%
PVA-39	PVA-38.2	592,319	592,147	1,80	1,80	590,519	590,347	19,05	CONCRETO	0,0561	56,06	0,0143	800	0,013	2,21	11,97%
PVA-38.2	PVA-38.1	592,147	591,955	1,80	1,80	590,347	590,155	19,06	CONCRETO	0,0561	56,06	0,0143	800	0,013	2,44	13,99%
PVA-38.1	PVA-38	591,955	591,700	1,80	1,80	590,155	589,900	19,06	CONCRETO	0,0844	84,42	0,0143	800	0,013	1,78	20,54%
PVA-38	PVA-37.1	591,700	591,454	1,80	1,80	589,900	589,654	19,74	CONCRETO	0,0844	84,42	0,0143	800	0,013	1,88	22,65%

DIMENSIONAMENTO DE REDES TUBULARES																
Trecho (PV)		Cota Topo		Prof. (m)		Cota Tubulação (Fundo)		Extensão (m)	Material	Vazão - Q (m³/s)	Vazão - Q (L/s)	Declividade i (m/m)	DN (mm)	Coeficiente de Manning	Velocidade (m/s)	Lâmina d'água Y/D (%)
Montante	Jusante	Disp. Montante	Disp. Jusante	Mont.	Jus.	Montante	Jusante									
PVA-37.1	PVA-37	591,454	590,904	1,80	1,80	589,654	589,104	19,74	CONCRETO	0,1127	112,69	0,0143	800	0,013	1,98	24,77%
PVA-37	PVA-36.1	590,904	590,535	1,80	1,80	589,104	588,735	25,63	CONCRETO	0,1127	112,69	0,0143	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-36.1	PVA-36	590,535	590,042	1,80	1,80	588,735	588,242	34,78	CONCRETO	0,1415	141,48	0,0143	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-36	PVA-35	590,042	598,176	1,80	1,80	588,242	596,376	60,00	CONCRETO	0,1752	175,17	0,0143	800	0,013	2,06	26,57%
PVA-35	PVA-34	598,176	588,080	1,80	1,80	596,376	586,280	60,00	CONCRETO	0,2038	203,79	0,0143	800	0,013	2,14	28,40%
PVA-34	PVA-33.2	588,080	578,440	1,80	1,80	586,280	576,640	29,09	CONCRETO	0,2038	203,79	0,0143	800	0,013	2,43	42,10%
PVA-33.2	PVA-33.1	578,440	587,061	1,80	1,80	576,640	585,261	15,84	CONCRETO	0,2038	203,79	0,0143	800	0,013	1,16	15,52%
PVA-33.1	PVA-33	587,061	586,570	1,80	1,80	585,261	584,770	19,21	CONCRETO	0,2332	233,20	0,0143	800	0,013	1,16	15,52%
PVA-33	PVA-32.1	586,570	584,899	1,80	1,80	584,770	583,099	26,54	CONCRETO	0,2332	233,20	0,0143	800	0,013	1,30	18,78%
PVA-32.1	PVA-32	584,899	584,456	1,80	1,80	583,099	582,656	33,67	CONCRETO	0,2614	261,39	0,0143	800	0,013	1,41	21,46%
PVA-32	PVA-31.1	584,456	584,456	1,80	1,80	582,656	582,656	26,23	CONCRETO	0,2614	261,39	0,0143	800	0,013	1,41	21,46%
PVA-31.1	PVA-31	584,456	584,456	1,80	1,80	582,656	582,656	34,09	CONCRETO	0,2876	287,65	0,0143	800	0,013	1,52	24,34%
PVA-31	LANÇ.03	584,456	0,000	1,80	1,80	582,656	-1,800	10,00	CONCRETO	0,5507	550,71	0,0100	800	0,013	1,61	27,03%

6.3 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 “B”;
- Boca De Lobo Simples Com Grelha De Concreto – BLS;
- Ala De Rede Tubular;
- Ala para Bueiro Triplo Celular de Concreto;
- Rede Tubular De Concreto – RTC;
- Bueiro Triplo Celular de Concreto – BTCC;
- 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.

6.3.1 MEIO FIO – PADRÃO SUDECAP

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.

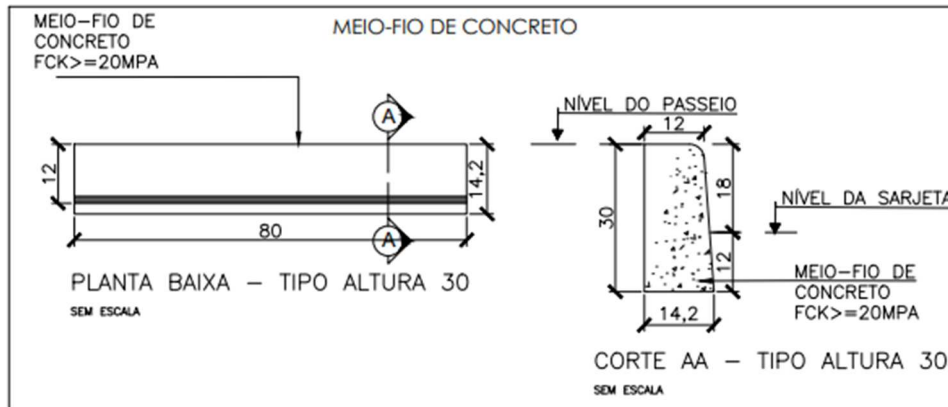


Figura 5 - Meio Fio de Concreto

6.3.2 SARJETA TIPO “B”

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, 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

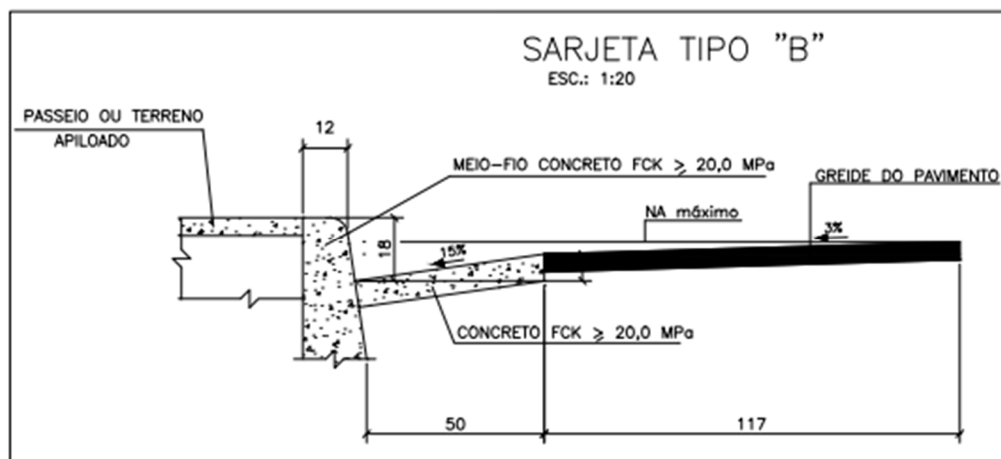


Figura 6 - Sarjeta Tipo “B”

6.3.3 BOCA DE LOBO SIMPLES COM GRELHA DE CONCRETO - BLS

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.

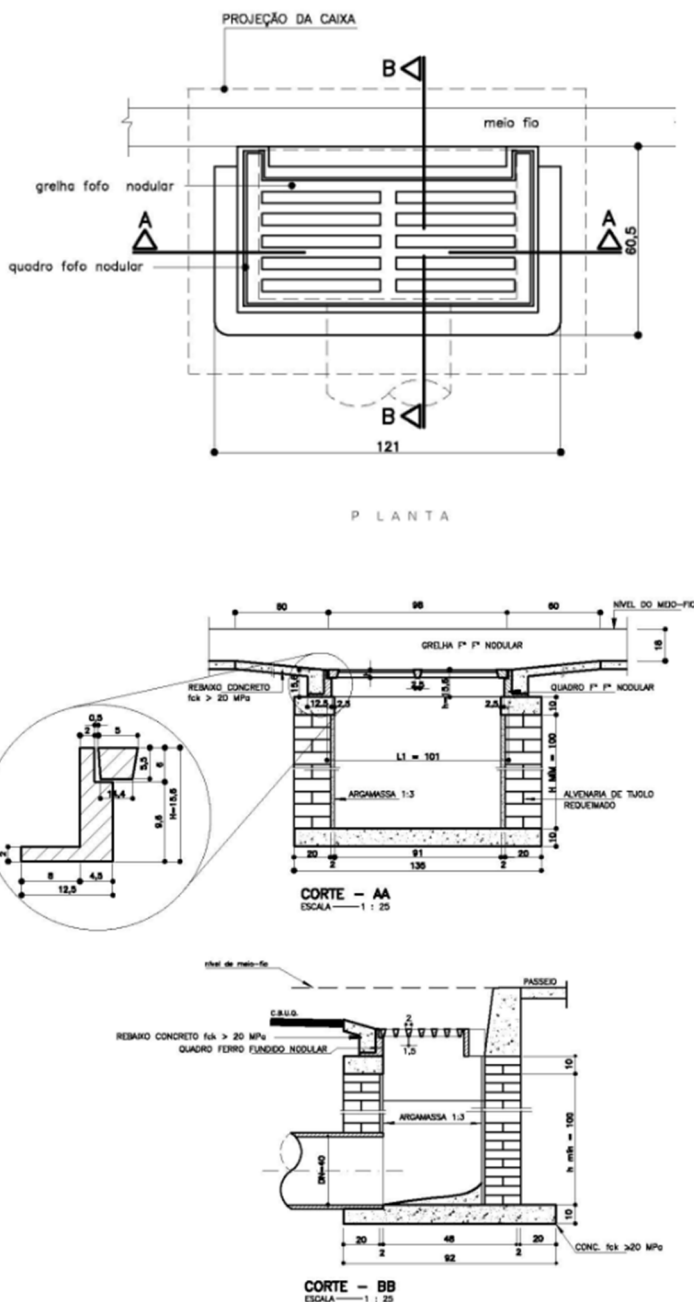


Figura 7 - Boca de Lobo Simples com Grelha de Concreto – BLD

6.3.4 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.

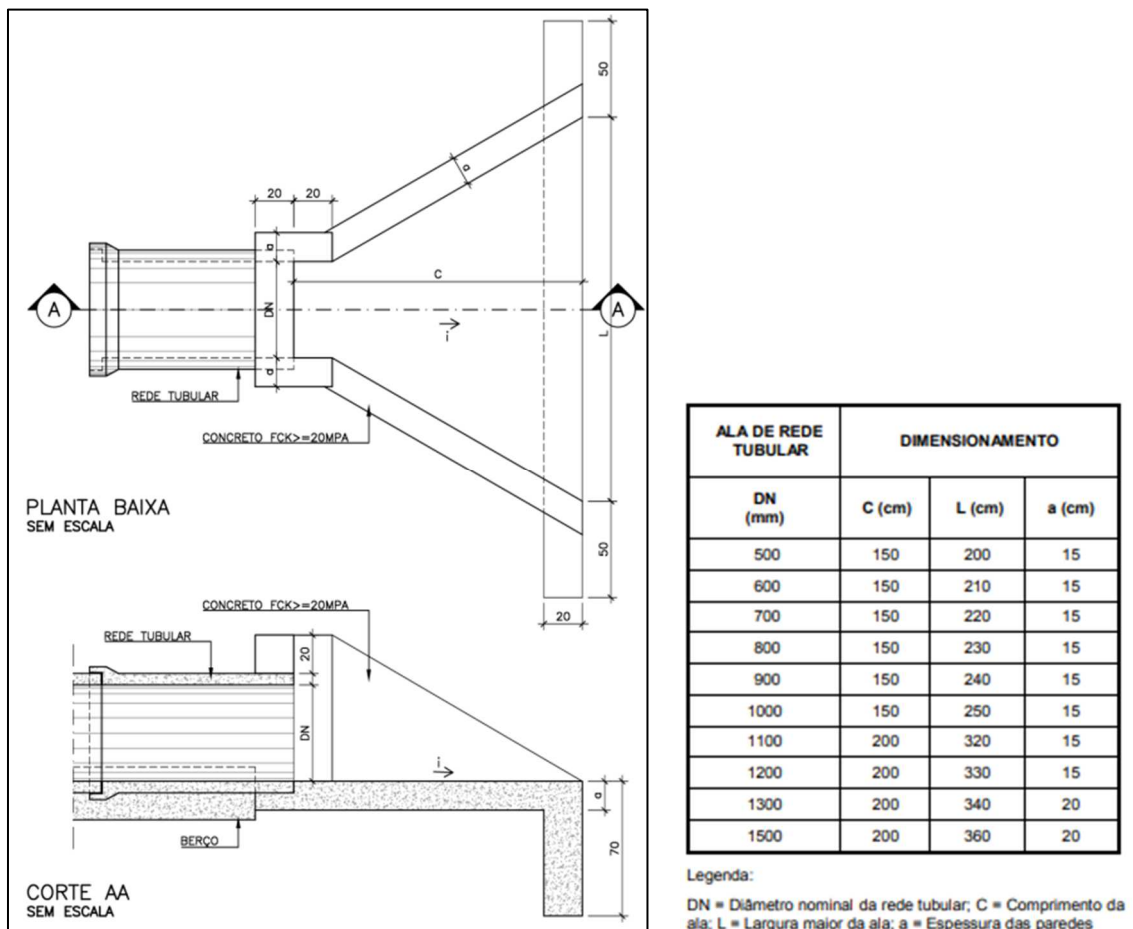


Figura 8 - Ala de Rede Tubular

6.3.5 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.

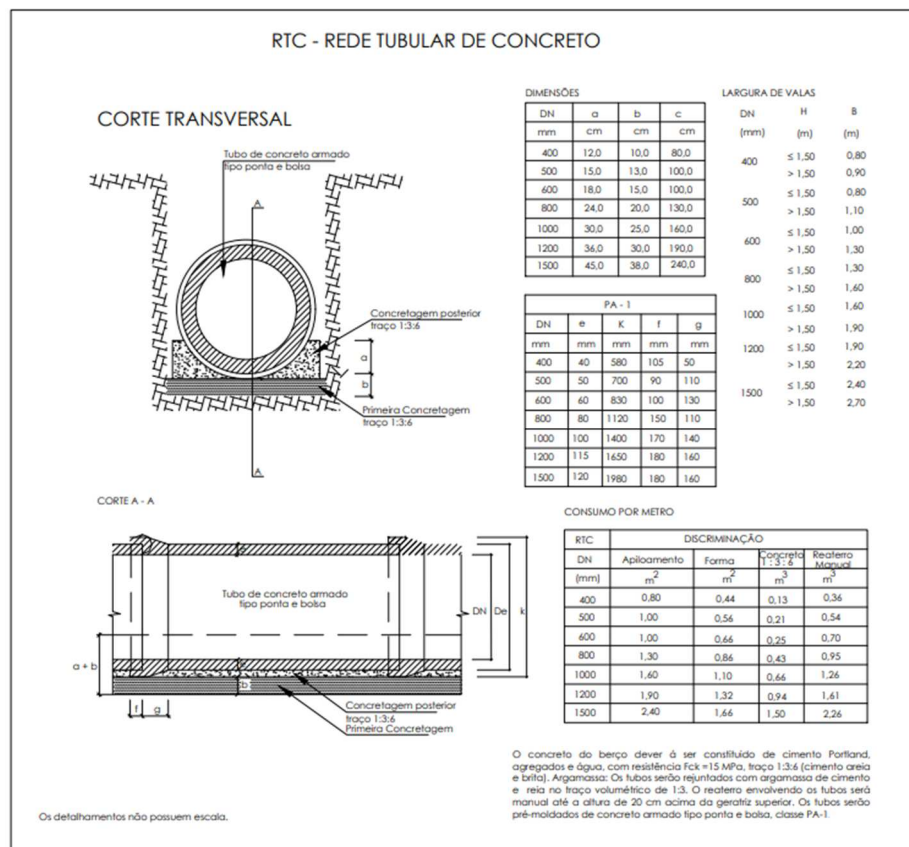


Figura 9 - Rede Tubular de concreto

6.3.6 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).

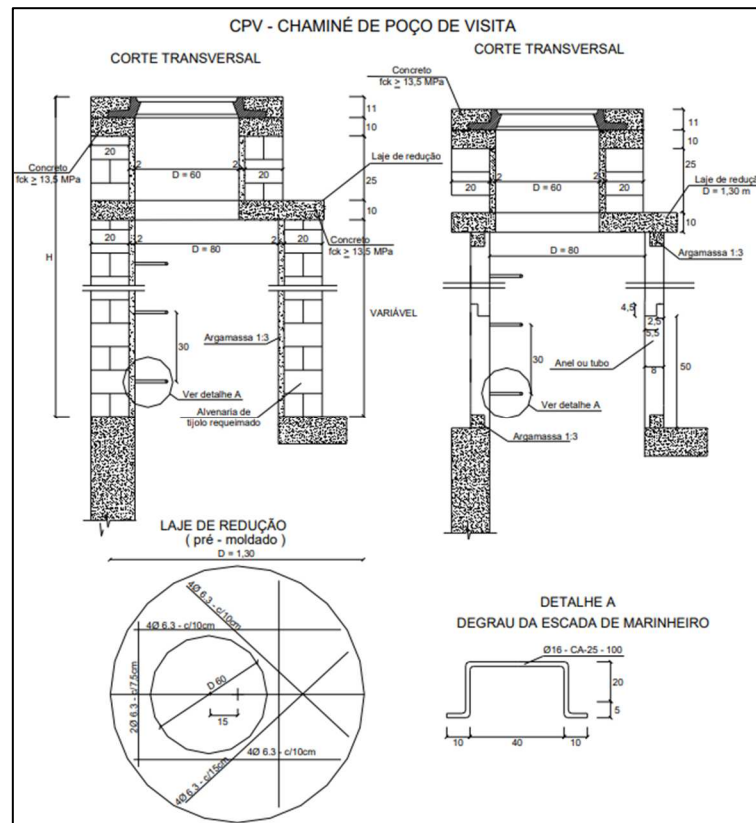


Figura 10 - Chaminé de Poço de Visita – CPV

6.3.7 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.

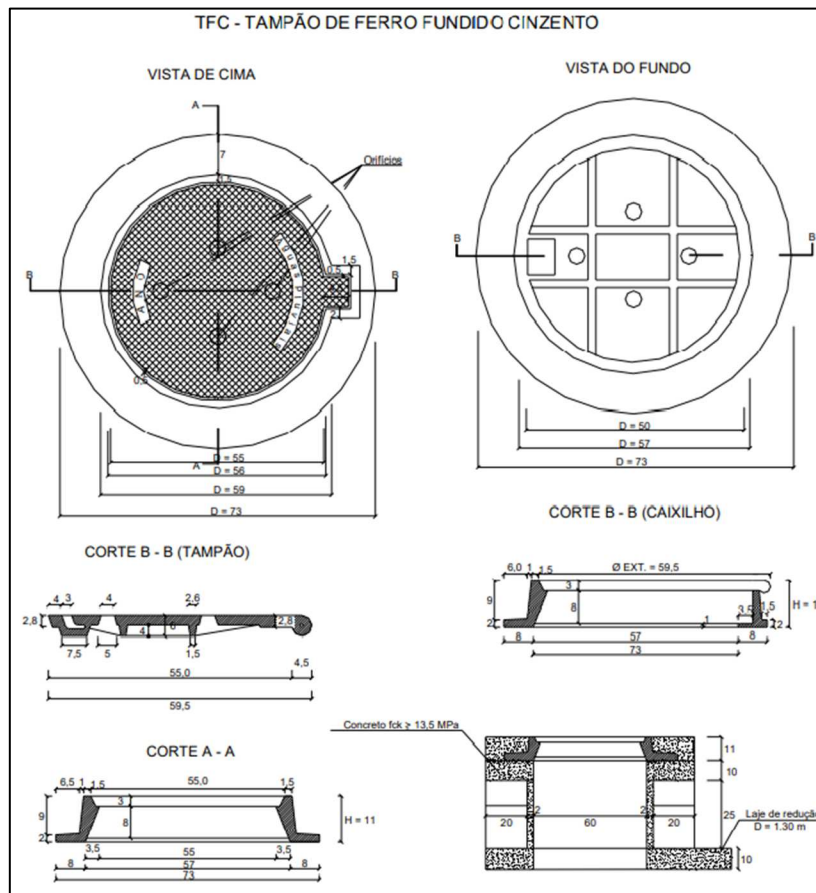


Figura 11 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento – TFC

6.3.1 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.

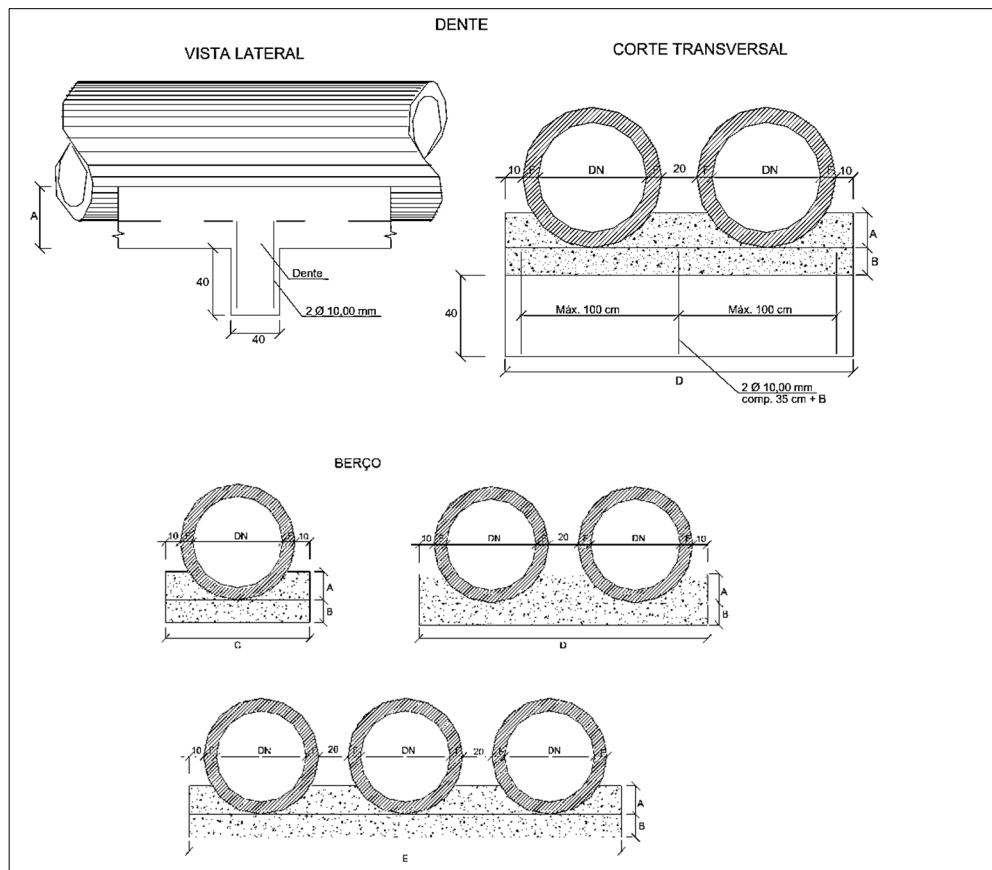


Figura 12 - Berço e Dente para Assentamento de Bueiro - BDB

6.3.2 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

600	60	100
700	60	100
800	60	120
900	60	120
1000	60	120
1100	60	150
1200	60	150
1300	60	150
1500	60	200

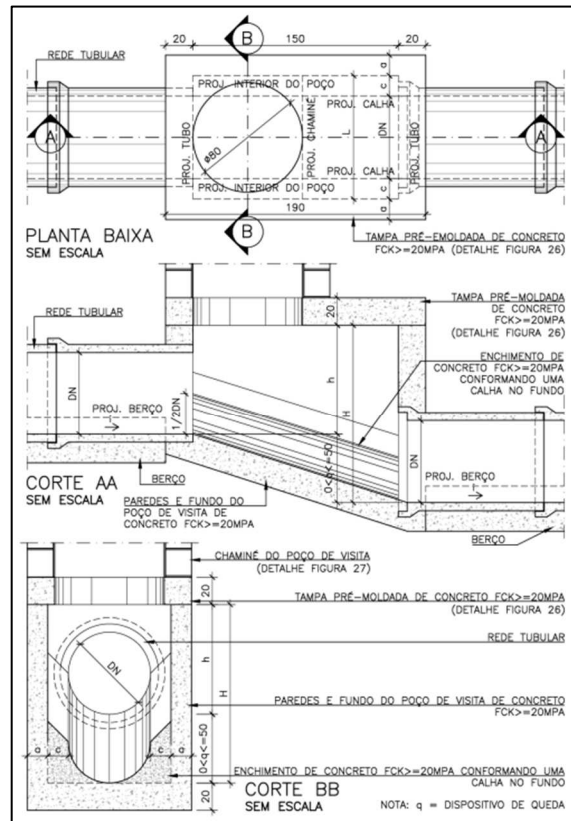


Figura 13 - Poço de Visita Tipo "B"

6.3.3 DISSIPADOR DE ENERGIA

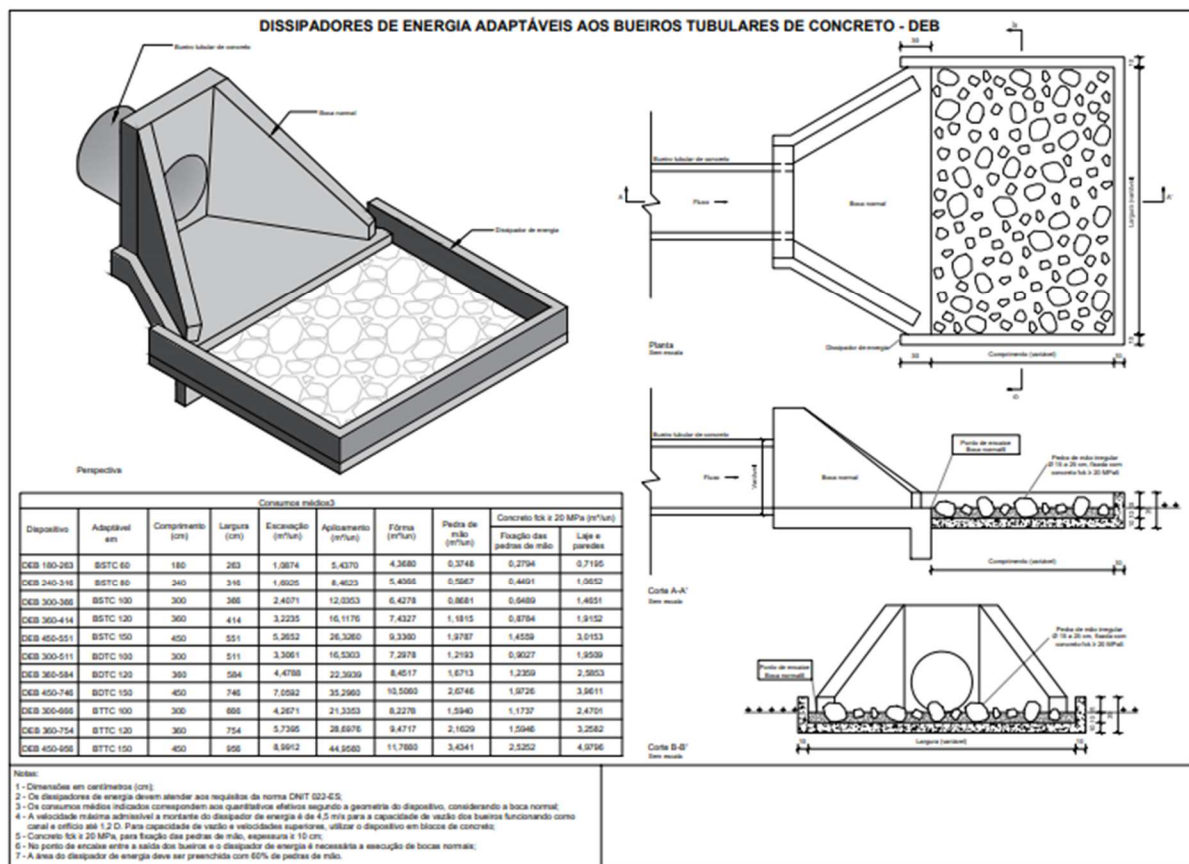


Figura 14 – Dissipador de Energia

6.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

6.4.1 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 ASTMID2321 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.

6.4.2 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.

6.4.3 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.

6.4.4 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.

6.4.5 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.

6.4.6 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 capitação 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 (fck 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.

7 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.

7.1 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.

7.2 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.

7.2.1 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-GO 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, conforme o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT), podemos estimar o tráfego previsto para o projeto de Pavimentação da Estrada Aracajás, considerando o período de 10 anos, para fins de dimensionamento de $N = 1 \times 10^5$.

7.3 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.

7.3.1 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 $N < 5 \times 10^6$ ⁽²⁾ Para $N > 5 \times 10^6$

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%.
- Reforço do subleito deverá ser mistura granulometricamente estabilizada, com solo-brita (70%–30%) com adição de 3% de cimento, produzida em usina com material de jazida e brita comercial, desde que sejam rigorosamente atendidos os critérios de controle tecnológico. Estes incluem a verificação da granulometria, do teor de cimento, dos resultados de CBR e/ou módulo de resiliência compatíveis com os parâmetros de dimensionamento adotados, bem como a compactação a 100% do Proctor Modificado.

7.3.2 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	Coefficiente 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}

7.3.3 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.

7.3.4 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.

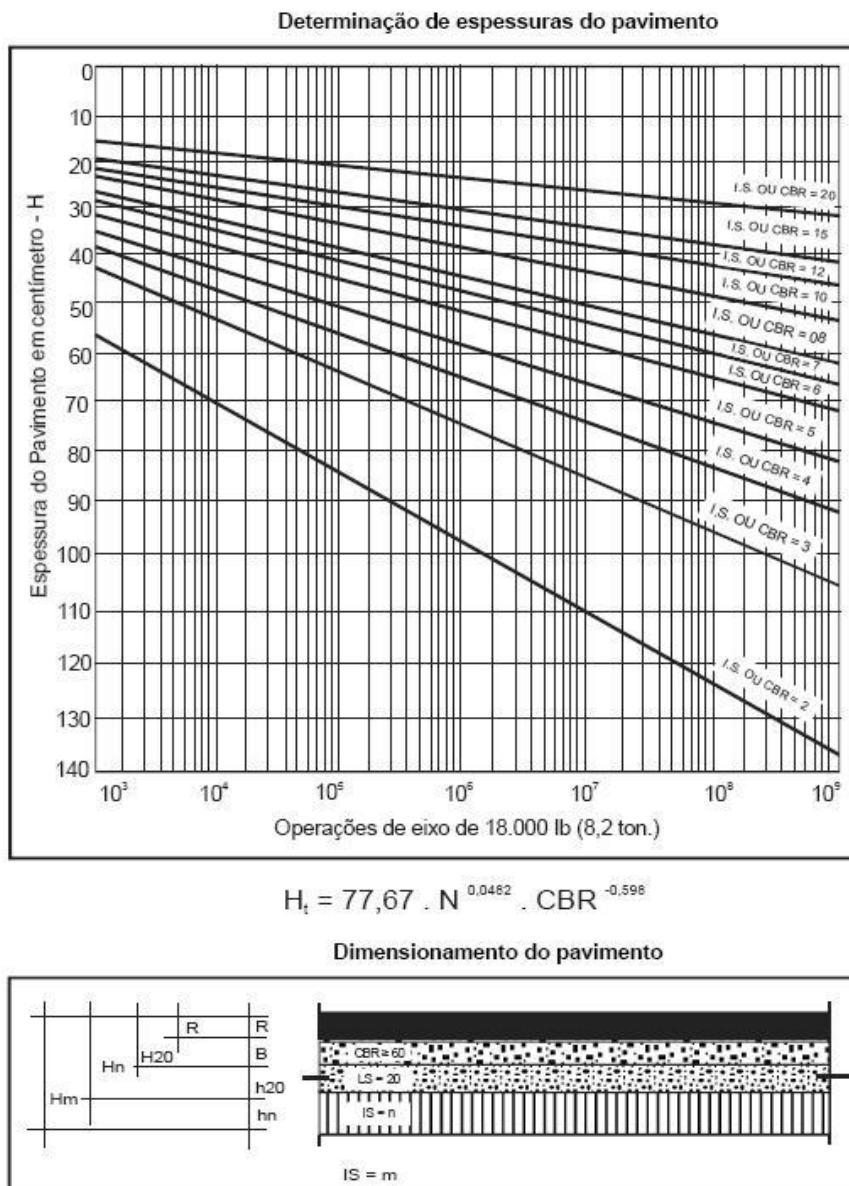


Figura 15 - Ábaco de Dimensionamento de Pavimentos (Fonte: Manual de Dimensionamento de Pavimentos do DNIT – 2006)

7.3.5 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:

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

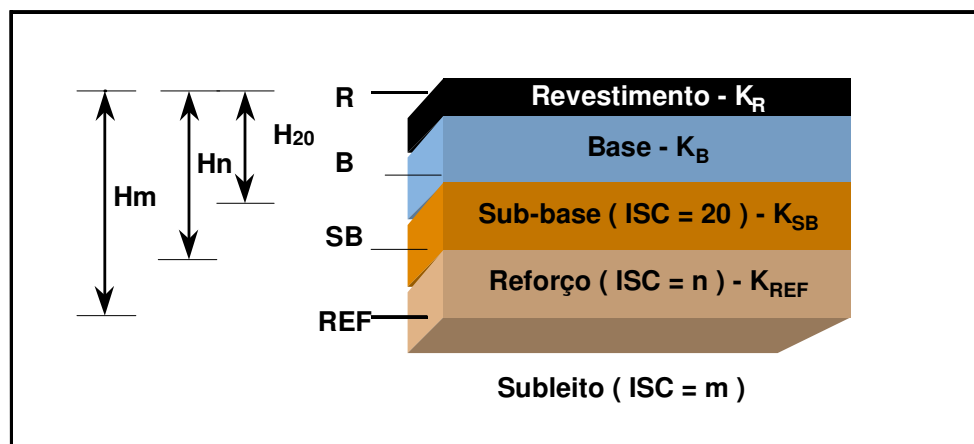
Reforço:

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

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:



7.3.6 DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS

I. 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.

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:

Tabela 13 - Parâmetros de projeto

PARÂMETROS DE PROJETO				
Período de Projeto		T =	10 anos	
Tráfego		N =	1 x 10 ⁵	
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 ≥	80 %
	Sub-Base		CBR _{SB} ≥	20 %
	Reforço de Subleito		CBR _{Ref} ≥	10%
	Subleito		CBR _{SL} ≥	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 partir dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório — incluindo caracterização granulométrica, limites de consistência, ensaios de compactação e determinação do Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) — procedeu-se à classificação dos solos quanto às suas propriedades geotécnicas e ao seu comportamento mecânico. A figura a seguir apresenta as locações em planta dos furos ensaiados.

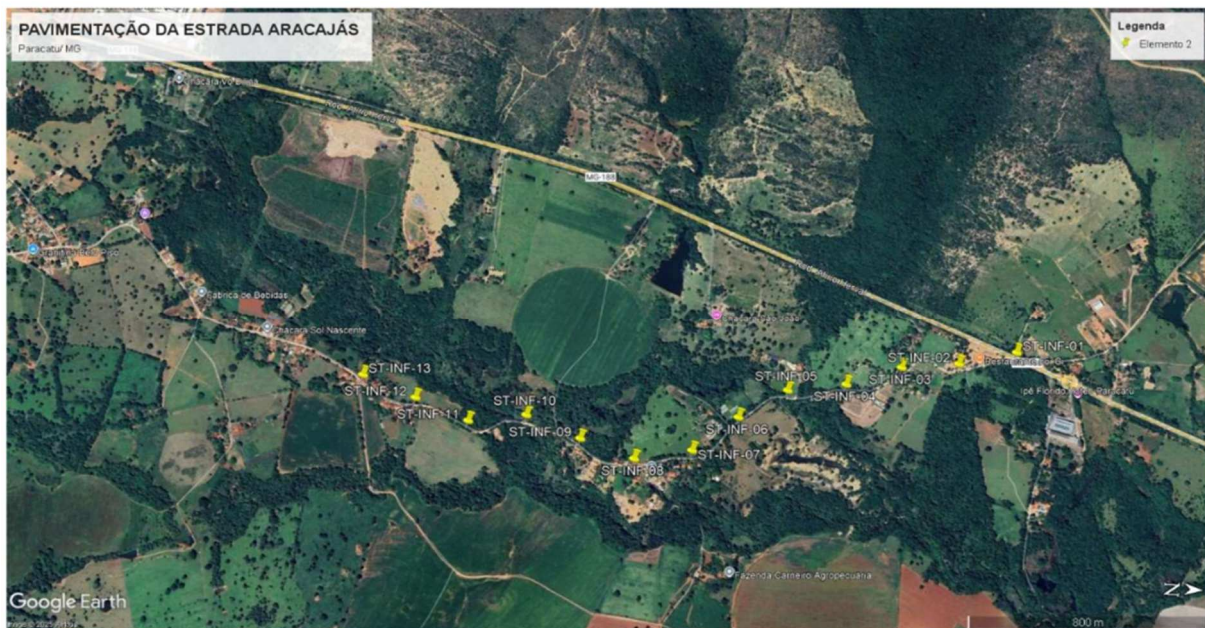


Figura 16 – Localização dos furos de sondagem

Os materiais analisados enquadram-se predominantemente nas classes A-4, A-5, A-6 e A-7-6, segundo o sistema HRB/AASHTO, e ML e CL, conforme o sistema SUCS, caracterizando-se como solos finos siltosos e argilosos, com sensibilidade variável à umidade.

Os solos classificados como A-4/ML apresentam baixa a média plasticidade e desempenho geotécnico intermediário, podendo ser aproveitados como subleito apenas após adequada compactação e, eventualmente, com reforço. Já os solos A-6/CL e A-7-6/CL possuem maior teor de argila, plasticidade elevada e, em geral, baixos valores de ISC, sendo considerados desfavoráveis para uso direto como subleito, sobretudo em condições de saturação.

Dessa forma, definiu-se a adoção de medidas de melhoria, estabilização ou reforço do subleito para fins de dimensionamento do pavimento, conforme as diretrizes técnicas do DNIT. A Tabela 15 e 16 apresentam respectivamente, o resumo consolidado dos resultados dos ensaios de laboratório realizados e a separação dos furos em grupos para dimensionamento dos trechos.

Tabela 14 – Consolidação dos dados - Classificação dos solos

ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO - PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA ARACAJÁS											
Furo	Tipo de Solo	LL (%)	LP (%)	IP (%)	$\gamma_{dMáx}$ (g/cm³)	Tor de Umidade (%)	CBR (%)	Expansão (%)	Class. HRB / IG	Class. SUCS	IG (g/cm³)
ST-INF-01 (2702)	Argila silto arenosa	49,6	25,1	24,5	1,472	21,7	7	0,09	A-7-6 (16)	CL	2,676
ST-INF-02 (2703)	Argila silto arenosa	48,6	24,9	23,7	1,444	20,9	4	0,61	A-7-6 (16)	CL	2,777
ST-INF-03 (2704)	Silte arenoso argiloso	37,9	9,3	28,6	1,709	8,9	14	1,24	A-4 (6)	ML	2,797
ST-INF-04 (2705)	Argila siltosa	42,5	10	32,5	1,573	18,1	5	0,32	A-5 (9)	ML	2,697
ST-INF-05 (2706)	Silte argilo arenoso	34,5	9,7	24,8	1,542	30,4	3	0,7	A-4 (8)	ML	2,754
ST-INF-06 (2707)	Argila silto arenosa	45,8	21,2	24,6	1,44	19,2	4	0,25	A-7-6 (14)	CL	2,67
ST-INF-07 (2708)	Argila silto arenosa	47,1	20,4	26,7	1,578	23	8	0,44	A-7-6 (14)	CL	2,735
ST-INF-08 (2709)	Argila silto arenosa	40,4	16,3	24,1	1,585	17,2	6	0,39	A-7-6 (11)	CL	2,764
ST-INF-09 (2710)	Argila silto arenosa	40,4	16,3	24,1	1,679	10,6	5	0,18	A-6 (10)	CL	2,744
ST-INF-10 (2711)	Silte areno argiloso c/ pedregulho	35,9	11,2	24,7	1,757	6,6	13	0,13	A-6 (4)	ML	2,744
ST-INF-11 (2712)	Argila silto arenosa	47,5	25	22,5	1,621	19,7	5	0,35	A-7-6 (13)	CL	2,7
ST-INF-12 (2713)	Argila silto arenosa	47,9	19,2	26,9	1,458	26,4	5	0,28	A-7-6 (13)	CL	2,696

Tabela 15 – Consolidação dos dados - Classificação dos solos – Separação dos Grupos

RESUMO POR GRUPO							
Trecho	Furos (ordem)	Grupo	CBR min (%)	CBR médio (%)	Expansão máx (%)	IP médio (%)	ISC adotado projeto (%)
T1	ST-INF-01	G2: Desfavorável ($6 < \text{CBR} \leq 9$) / A-7-6	7	7	0,09	24,5	8
T2	ST-INF-02	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$) / A-7-6	4	4	0,61	23,7	6
T3	ST-INF-03	G3: Favorável ($\text{CBR} > 12$)	14	14	1,24	28,6	15
T4	ST-INF-04, ST-INF-05	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$)	3	4	0,7	28,6	6
T5	ST-INF-06	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$) / A-7-6	4	4	0,25	24,6	6
T6	ST-INF-07	G2: Desfavorável ($6 < \text{CBR} \leq 9$) / A-7-6	8	8	0,44	26,7	8
T7	ST-INF-08	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$) / A-7-6	6	6	0,39	24,1	6
T8	ST-INF-09	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$) / A-6	5	5	0,18	24,1	6
T9	ST-INF-10	G3: Favorável ($\text{CBR} > 12$) / A-6	13	13	0,13	24,7	15
T10	ST-INF-11, ST-INF-12	G1: Muito desfavorável ($\text{CBR} \leq 6$) / A-7-6	5	5	0,35	24,7	6

A partir da consolidação dos dados, procedeu-se com o dimensionamento das espessuras de pavimento do projeto de pavimentação da Estrada Aracajás.

Utilizando o ábaco e as inequações de dimensionamento, temos:

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS- PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

Cálculo das Espessuras – DNIT/DNER-PRO 263/94					
Entradas					
Trecho / Grupo	G1		Projeto de Pavimentação da Estrada Aracajás		
N (eixos equivalentes) – DNIT	1.00E+05		Usa-se para obter H_n e H_{20} no ábaco.		
ISC (CBR) do subleito (%)	6	%	Usa-se para ler H_n (H_x para o subleito real).		
H_{20} (cm) – lido no ábaco p/ ISC=20%	22	cm	Preencher conforme ábaco.		
H_n (cm) – lido no ábaco p/ ISC real	44	cm	Preencher conforme ábaco.		
H_m (cm) – mínimo normativo total (se aplicável)	44	cm	Use H_n se não houver outro mínimo normativo.		
K_r (Revestimento)	2		Coeficiente estrutural.		
K_b (Base)	1		Coeficiente estrutural.		
K_{sb} (Sub-base)	1		Coeficiente estrutural.		
K_{ref} (Reforço do subleito)	1,7		Coeficiente estrutural.		
R (cm) – Revestimento adotado	5	cm	Mínimo usual 5 cm.		
B (cm) - Mínimo normativo Base	15	cm			
SB (cm) - Mínimo normativo Sub-base	15	cm			
Cálculo das espessuras					
Base			$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20}$		
mínima B =	15	cm			
adotado B =	15	cm			
Sub-Base			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$		
mínima h_{20} =	19	cm			
adotado h_{20} =	15	cm			
Reforço do subleito			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} + h_n \times K_{ref} \geq H_m$		
mínima h_n =	2,352941176	cm			
adotado h_n =	15	cm			
RESUMO – Espessuras e verificação					
Camada	Espessura adotada (cm)	K	Contribuição (cm eq.)	Observações	
Revestimento (R)	5	2	10	GRUPO:	G1
Base (B)	15	1	15	REVESTIMENTO	5 cm
Sub-base (h_{20})	15	1	15	BASE	15 cm
Reforço (h_n)	15	1,7	25,5	SUB-BASE	15 cm
Hx total (Σ espessura \times K)	50		65,5	REFORÇO	15 cm
Atende H_n?	OK			Espessura Total (cm)	50
Atende H_m?	OK				
Observações:					
<p>Para ISC<6, há necessidade de camada de reforço O reforço deve ser executado sobre o subleito já compactado e nivelado O material do reforço deve apresentar qualidade superior à do subleito — ou seja, CBR ou ISC maior, expansão menor, melhores índices de plasticidade/ granularidade</p>					

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS- PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

Cálculo das Espessuras – DNIT/DNER-PRO 263/94 (com fórmulas)					
Entradas					
Trecho / Grupo	G2		Projeto de Pavimentação da Estada Aracajás		
N (eixos equivalentes) – DNIT	1.00E+05		Usa-se para obter H _n e H ₂₀ no ábaco.		
ISC (CBR) do subleito (%)	8	%	Usa-se para ler H _n (H _x para o subleito real).		
H ₂₀ (cm) – lido no ábaco p/ ISC=20%	22	cm	Preencher conforme ábaco.		
H _n (cm) – lido no ábaco p/ ISC real	39	cm	Preencher conforme ábaco.		
H _m (cm) – mínimo normativo total (se aplicável)	39	cm	Use H _n se não houver outro mínimo normativo.		
K _r (Revestimento)	2		Coeficiente estrutural.		
K _b (Base)	1		Coeficiente estrutural.		
K _{sb} (Sub-base)	1		Coeficiente estrutural.		
K _{ref} (Reforço do subleito)	1,7		Coeficiente estrutural.		
R (cm) – Revestimento adotado	5	cm	Mínimo usual 5 cm.		
B (cm) - Mínimo normativo Base	15	cm			
SB (cm) - Mínimo normativo Sub-base	15	cm			
Cálculo das espessuras					
Base			$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20}$		
mínima B =	15	cm			
adotado B =	15	cm			
Sub-Base			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$		
mínima h ₂₀ =	15	cm			
adotado h ₂₀ =	15	cm			
Reforço do subleito			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} + h_n \times K_{ref} \geq H_m$		
mínima h _n =	0	cm			
adotado h _n =	0	cm			
RESUMO – Espessuras e verificação					
Camada	Espessura adotada (cm)	K	Contribuição (cm eq.)	Observações	
Revestimento (R)	5	2	10	GRUPO:	G2
Base (B)	15	1	15	REVESTIMENTO	5 cm
Sub-base (h ₂₀)	15	1	15	BASE	15 cm
Reforço (h _n)	0	1,7	0	SUB-BASE	15 cm
H_x total (Σ espessura×K)	35		40	REFORÇO	0 cm
Atende H _n ?	OK			Espessura Total (cm)	35
Atende H _m ?	OK				

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA – ESTRADA ARACAJÁS- PREFEITURA MUNICIPAL DE PARACATU

Cálculo das Espessuras – DNIT/DNER-PRO 263/94 (com fórmulas)					
Entradas					
Trecho / Grupo	G3		Projeto de Pavimentação da Estrada Aracajás		
N (eixos equivalentes) – DNIT	1.00E+05		Usa-se para obter H _n e H ₂₀ no ábaco.		
ISC (CBR) do subleito (%)	15	%	Usa-se para ler H _n (H _x para o subleito real).		
H ₂₀ (cm) – lido no ábaco p/ ISC=20%	22	cm	Preencher conforme ábaco.		
H _n (cm) – lido no ábaco p/ ISC real	26	cm	Preencher conforme ábaco.		
H _m (cm) – mínimo normativo total (se aplicável)	26	cm	Use H _n se não houver outro mínimo normativo.		
K _r (Revestimento)	2		Coeficiente estrutural.		
K _b (Base)	1		Coeficiente estrutural.		
K _{sb} (Sub-base)	1		Coeficiente estrutural.		
K _{ref} (Reforço do subleito)	1,7		Coeficiente estrutural.		
R (cm) – Revestimento adotado	5	cm	Mínimo usual 5 cm.		
B (cm) - Mínimo normativo Base	15	cm			
SB (cm) - Mínimo normativo Sub-base	15	cm			
Cálculo das espessuras					
Base			$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20}$		
mínima B =	15	cm			
adotado B =	15	cm			
Sub-Base			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$		
mínima h ₂₀ =	15	cm			
adotado h₂₀ =	15	cm			
Reforço do subleito			$R \times K_r + B \times K_b + h_{20} \times K_{sb} + h_n \times K_{ref} \geq H_m$		
mínima h _n =	0	cm			
adotado h_n =	0	cm			
RESUMO – Espessuras e verificação					
Camada	Espessura adotada (cm)	K	Contribuição (cm eq.)	Observações	
Revestimento (R)	5	2	10	GRUPO:	G3
Base (B)	15	1	15	REVESTIMENTO	5 cm
Sub-base (h ₂₀)	15	1	15	BASE	15 cm
Reforço (h _n)	0	1,7	0	SUB-BASE	15 cm
Hx total (Σ espessura×K)	35		40	REFORÇO	0 cm
Atende H_n?	OK			Espessura Total (cm)	35
Atende H_m?	OK				

7.4 QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS

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

Tabela 16 - Espessuras do Pavimento

Alinhamentos	Entre Estacas	Revestimento (Cm)	Base (Cm)	Sub-Base (Cm)	Reforço do Subleito (Cm)	Subleito (Cm)
		CBUQ – Faixa C	Bica Corrida	Bica Corrida	Mistura de solo-cimento ou similar, estabilizada granulometricamente	Regularização
		-	CBR \geq 80%	CBR \geq 20%	CBR \geq 10%	CBR \geq 10%
		-	Proctor Modificado	Proctor Intermediário	Proctor Modificado	Proctor Normal
Estrada Aracajás	Est. 0+00,00 a 1+16,12	5	15	15	15	Até 20,00 (máx.)
Estrada Aracajás	Est. 1+16,12 a 11+00,00	5	15	15	-	Até 20,00 (máx.)
Estrada Aracajás	Est. 11+00,00 a 57+00,00	5	15	15	15	Até 20,00 (máx.)
Estrada Aracajás	Est. 57+00,00 a 70+00,00	5	15	15	-	Até 20,00 (máx.)
Estrada Aracajás	Est. 70+00,00 a 124+01,71	5	15	15	15	Até 20,00 (máx.)

7.5 SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO

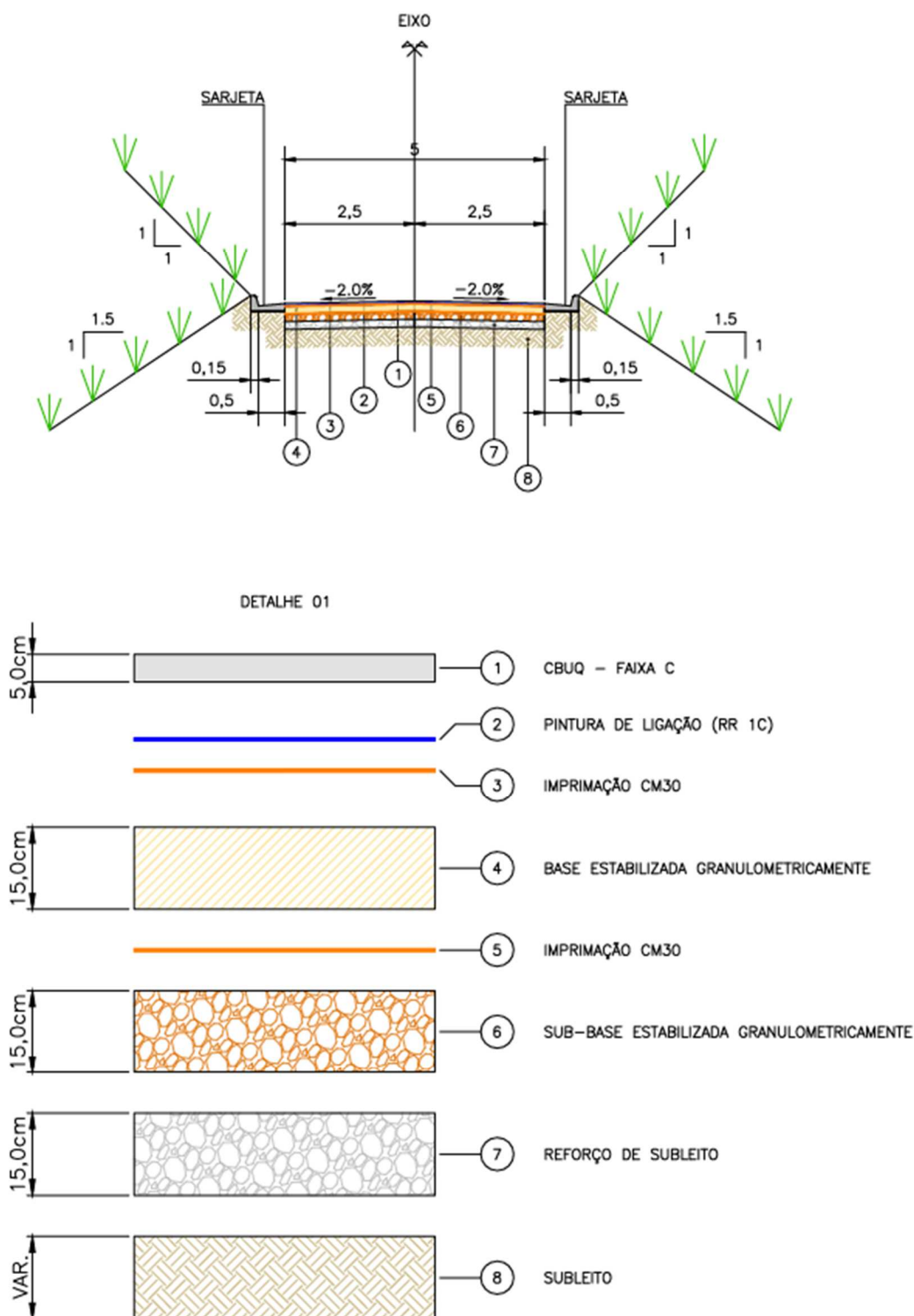


Figura 17 – Seção Típica – Grupo 1









LEGENDA		CAMADA	ESPESSURA (cm)	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
	①	REVESTIMENTO	5	CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)	NORMA DNIT 031/2006 – ES
	②	PINTURA DE LIGAÇÃO	–	EMULSÃO ASFÁLTICA (RR-1C)	
	③	IMPRIMAÇÃO	–	ASFÁLTO DILUIDO DE PETRÓLEO (CM 30)	
	④	BASE	15	BICA CORRIDA – PROCTOR MODIFICADO	
	⑤	IMPRIMAÇÃO	–	ASFÁLTO DILUIDO DE PETRÓLEO (CM 30)	
	⑥	SUB-BASE	15	BICA CORRIDA – PROCTOR MODIFICADO	
	⑦	REFORÇO	15	MATERIAL DE SOLO-CIMENTO OU SIMILAR, ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE, CONFORME PRECONIZADO NO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO E NA ET-DE-POO/002 (DER/SP)	
	⑧	SUBLEITO	VARIÁVEL	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO – PROCTOR NORMAL	

Figura 18 – Detalhamento da Seção Tipo – Grupo 1

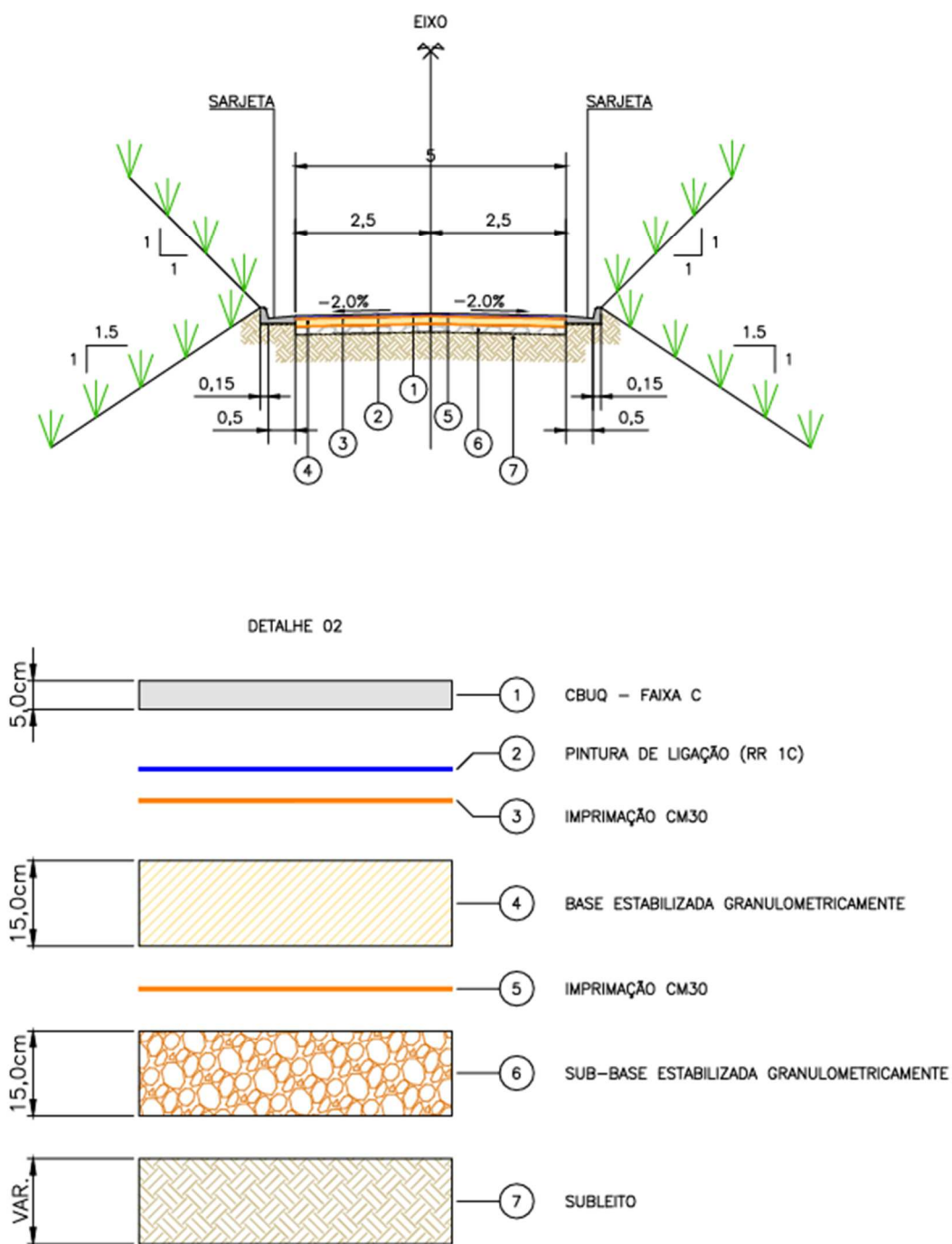


Figura 19 – Seção Típica – Grupo 2 e 3

LEGENDA	CAMADA	ESPESSURA (cm)	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO
	REVESTIMENTO	5	CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)	NORMA DNIT 031/2006 – ES
	PINTURA DE LIGAÇÃO	–	EMULSÃO ASFÁLTICA (RR-1C)	
	IMPRIMAÇÃO	–	ASFÁLTO DILUÍDO DE PETRÓLEO (CM 30)	
	BASE	15	BICA CORRIDA – PROCTOR MODIFICADO	
	IMPRIMAÇÃO	–	ASFÁLTO DILUÍDO DE PETRÓLEO (CM 30)	
	SUB-BASE	15	BICA CORRIDA – PROCTOR MODIFICADO	
	SUBLEITO	VARIÁVEL	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO – PROCTOR NORMAL	

Figura 20 – Detalhamento da Seção Tipo – Grupo 2 e 3

7.6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

7.6.1 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 da 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 dever 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.
- 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 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

7.6.2 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

Brita de Bica Corrida

A sub-base será composta por brita de bica corrida, definida como o produto total de britagem do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo.

Os materiais da sub-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 n° 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; Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

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

ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

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.

7.6.3 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

Brita de Bica Corrida

A base e sub-base será composta por brita de bica corrida, definida como o produto total de britagem do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo.

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 n° 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; Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo

as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

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

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.

7.6.4 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, são, 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 17 - 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 $\pm 10 \%$ da espessura de projeto, para pontos isolados, e até $+ 5 \%$ de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

Controle de acabamento da superfície e liberação da via

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

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.

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

Ensaio - 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.

8 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.

8.1 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.

8.2 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;

8.2.1 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.

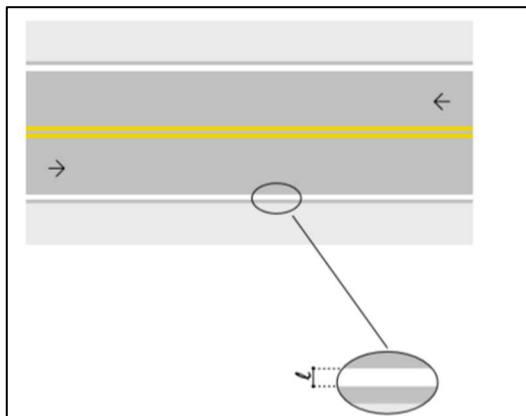


Figura 21 – Linha de Bordo - LBO

8.2.2 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

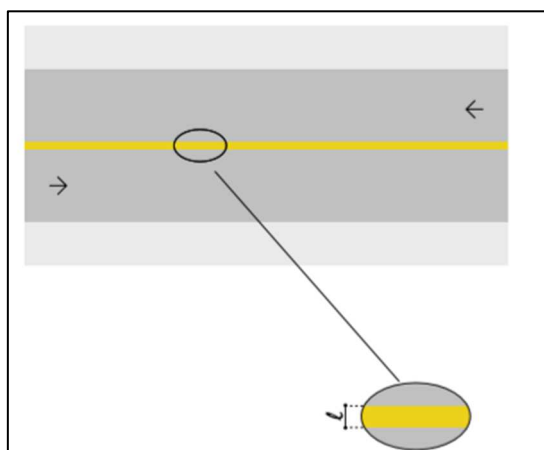


Figura 22 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01

8.2.3 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 rodociclovitário; 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.

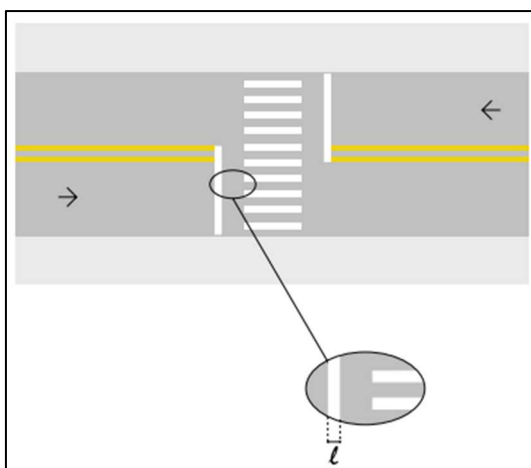


Figura 23 – Linha de Retenção – LRE

8.2.4 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:

- Zebrada (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.

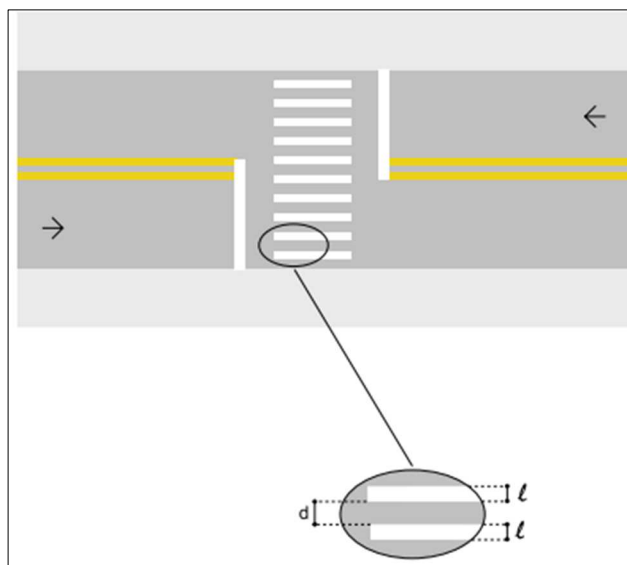


Figura 24 – Zebrada – FTP 1

8.2.5 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)

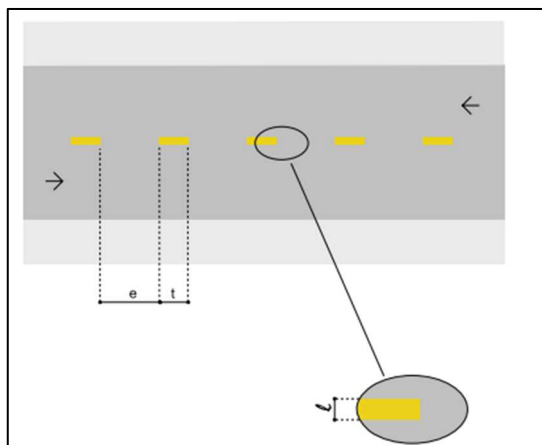


Figura 25 - Linha Fluxos Opostos – LFO-2

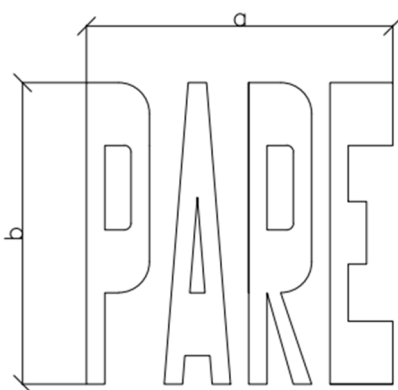
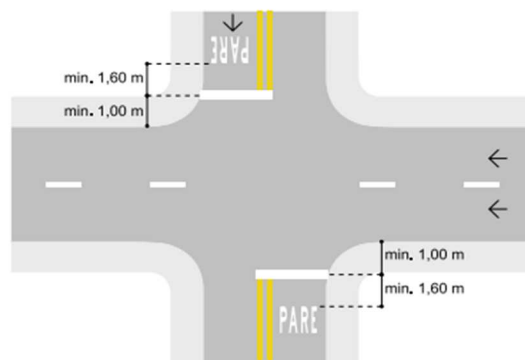
8.2.6 LEGENDAS

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(m ²)
V < 60	1,95	1,60	1,45

8.3 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 – 20b – Declive Acentuado
 - A – 32b – Passagem Sinalizada de Pedestre
 - A – 18 - Lombada

- Placas de Regulamentação
 - R19.4 — Velocidade máxima permitida
 - R1 — Parada Obrigatória

8.3.1 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.

A20a e A20b – Declive e Aclive acentuado

Os sinais A-20a e A-20-b advertem o usuário da via da existência adiante, de um declive ou aclive acentuados, respectivamente.

A-20a



Devem ser utilizados sempre que existir um declive ou aclive acentuado, que possa comprometer a segurança dos ocupantes dos veículos ou demais usuários da via.

A-20b



A18 - Lombada

O sinal A-18 têm por finalidade alertar o usuário da via sobre a existência de uma lombada adiante, indicando a necessidade de redução de velocidade e maior atenção.

Devem ser utilizados sempre que houver dispositivo físico de moderação de tráfego, como lombadas ou ondulações transversais, que possam alterar o conforto ou comprometer a segurança dos ocupantes dos veículos e demais usuários da via.



A sinalização de advertência A-18 deve ser implantada antes da lombada, respeitando os critérios de distância de visibilidade e com base na velocidade regulamentada do trecho.

8.3.2 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.

Os quantitativos das placas e faixas utilizadas no projeto estão descritos nos quadros a seguir:

PLACAS	CÓDIGO	DIMENSÕES	ÁREA	QUANTIDADES		CÓDIGO DE CORES
				PLACAS	SUPORTE	
	R-1	L=1,00	2,41	2	2	1
	R-19.4	ø=1,00	0,79	11	11	2
	A-20.b	L=1,00	1,00	2	2	4
	A-18	L=1,00	1,00	10	10	4
	A-32.b	L=1,00	1,00	8	8	4

8.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

8.4.1 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) A sinalização horizontal 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) 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 retrorefletividade 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.

8.4.2 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.

III. 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.

9 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:

9.1 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 16,20 Km



Imagem Representativa Fonte: Google Earth

9.2 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: 12km.



Imagem Representativa Fonte: Google Earth

9.3 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

10 CONCLUSÃO

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

11 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Juliana Gonçalves Oliveira

ENGENHEIRA CIVIL

CREA MG - 239787/D