

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTO JOÃO PINHEIRO/MG

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

ELABORAÇÃO



REALIZAÇÃO



OUTUBRO/2025

**Prefeitura Municipal de João Pinheiro - MG****PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO****PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTO EM JOÃO PINHEIRO/MG****Resumo:**

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de pavimentação da implantação do loteamento.

00	10/2025	A	PARA APROVAÇÃO	JJC	JFM	JGO	JGO
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

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

Empresa Contratada:**PROJETA CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA**

AV. BARÃO HOMEM DE MELO, 3280 – NOVA GRANADA,
BELO HORIZONTE – MG CEP.: 30494-080

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

EMAIL: contato@grupoprojetaengenharia.com.br

**Responsáveis Técnicos:**

Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239.787/D

VOLUME:

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

Referência:

OUTUBRO / 2025



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	8
1.1	EQUIPE TÉCNICA	8
1.2	LISTA DE DESENHOS	8
2	INTRODUÇÃO.....	9
2.1	OBJETIVO.....	9
2.2	GENERALIDADES.....	9
2.3	PLACA DA OBRA.....	9
2.4	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI.....	9
2.5	IMPLANTAÇÃO.....	10
3	PROJETO GEOMÉTRICO	11
3.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	11
3.2	CONVENÇÕES.....	12
3.3	CLASSIFICAÇÃO DA VIA.....	12
3.4	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
3.5	ALINHAMENTOS PROJETADOS	14
3.6	SEÇÃO TIPO.....	15
3.7	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS.....	16
3.7.1	ALINHAMENTO: RUA SEM NOME 03, RUA NAIR LOPES COUTO E RUA SEM NOME 03 – CONTINUAÇÃO.....	16
3.8	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS	16
3.8.1	ALINHAMENTO: RUA SEM NOME 03, RUA NAIR LOPES COUTO E RUA SEM NOME 03 – CONTINUAÇÃO.....	16
3.9	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS.....	17
4	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	19
4.1	DEFINIÇÃO BÁSICAS.....	19
4.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	20
4.3	DIMENSIONAMENTO	20
4.3.1	GEOMETRIA DOS TALUDES.....	20
4.3.2	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	21
4.3.3	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	21
4.3.4	NOTAS DE SERVIÇO.....	21
4.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS.....	22
4.4.1	CONDIÇÕES GERAIS	22
4.4.2	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS	23
4.4.3	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES	24
4.4.4	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	24
5	PROJETO DE DRENAGEM.....	25
5.2	DIMENSIONAMENTO	25



5.2.1	INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I).....	25
5.2.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)	26
5.2.3	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	27
5.2.4	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES (Q)	27
5.2.5	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C).....	28
5.2.6	DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS PLUVIAIS E RAMAIS DE LIGAÇÃO DA REDE URBANA: 29	
5.3	DISPOSITIVOS ADOTADOS	31
5.3.1	MEIO FIO – PADRÃO SUDECAP	31
5.3.2	CAIXA DE PASSAGEM TIPO "A"- CPA – PADRÃO DER	32
5.3.3	SARJETA TIPO “B” - PADRÃO SUDECAP.....	33
5.3.4	BOCA DE LOBO DUPLA COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO - BLS	34
5.3.5	ALA DE REDE TUBULAR - SUDECAP	35
5.3.6	REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC	37
5.3.7	POÇO DE VISITA TIPO “A” - PVA.....	38
5.3.8	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA - CPV.....	39
5.3.9	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO - TFC	40
5.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	41
5.4.1	REDE TUBULAR DE CONCRETO.....	41
5.4.2	MEIO FIO.....	46
5.4.3	SARJETAS E VALETAS.....	48
5.4.4	BOCAS DE LOBO, POÇOS DE VISITA E CHAMINÉ DO POÇO DE VISITA	49
5.4.5	DISSIPADORES	50
5.4.6	CAIXAS, BOCAS E ALAS	52
6	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	54
6.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	55
6.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	56
7	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	56
7.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	57
7.2.1	LBO - LINHA DE BORDO	58
7.2.2	LCO - LINHA DE CONTINUIDADE	58
7.2.3	LFO-1 - LINHA DE FLUXOS OPOSTOS	59
7.2.4	LRE - LINHA DE RETENÇÃO.....	60
7.2.5	ZPA - ZEBRADO DE PREENCHIMENTO DA ÁREA DE PAVIMENTO NÃO UTILIZADO.....	61
7.2.6	LEGENDAS	62
7.2.7	PEM - SETAS INDICATIVAS DE POSICIONAMENTO NA PISTA PARA A EXECUÇÃO DE MOVIMENTOS.....	63
7.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	64
7.3.1	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	64
7.3.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	65



7.4	QUANTITATIVOS E MATERIAIS	65
7.4.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	65
7.4.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	66
7.5	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	67
7.5.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	67
7.5.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	68
8	CONCLUSÃO.....	70
9	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	71



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de Alinhamentos Projetados	14
Tabela 2 - Quadro Resumo de Volumes.....	21
Tabela 3 - Coeficientes de Escoamento Superficial (C).....	28
Tabela 4 - Tabela de Diâmetros.....	29
Tabela 5 - Dimensionamento por Ala	36
Tabela 6 - Dimensões – PVA” A”	39
Tabela 7 - Tabela de Diâmetros.....	43
Tabela 8 - Largura da Vala para Obra de Água. (Fonte: NBR 12266:1992)	44



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização	10
Figura 2 - representação gráfica dos pontos notáveis.....	12
Figura 3 - Seção Tipo I.....	15
Figura 4 - Seção Tipo II.....	16
Figura 5 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação.....	26
Figura 6 - Meio Fio de Concreto - padrão SUDECAP	32
Figura 7 - Caixa De Passagem Tipo "A"- CPA – DER.....	33
Figura 8 - Sarjeta Tipo “B” - Padrão SUDECAP	34
Figura 9 - Boca de Lobo Dupla Combinada com Grelha de Concreto – BLS – padrão DER ou SUDECAP	35
Figura 10 - Ala de Rede Tubular – padrão SUDECAP	36
Figura 11 - Rede Tubular de concreto	37
Figura 12 - Poço de Visita Tipo “A” – PVA	38
Figura 13 - Chaminé de Poço de Visita – CPV	40
Figura 14 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento - TFC	41
Figura 15 – Linha de Bordo - LBO	58
Figura 16 – Linha de Continuidade – LCO	59
Figura 17 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01.....	60
Figura 18 - Linha de Retenção – LRE.....	61



1 APRESENTAÇÃO

A Projeta Engenharia tem o prazer de fornecer à Prefeitura Municipal de João Pinheiro o presente Memorial Descritivo para a execução da implantação do loteamento, com a descrição dos projetos a serem elaborados bem como os detalhamentos técnicos necessários para a realização dos mesmos.

1.1 EQUIPE TÉCNICA

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

Quadro 1.1 – Equipe Técnica

Equipe Técnica:	
Juliana Gonçalves Oliveira (Engenheira Civil)	
Jefferson Fridel Martins (Engenheiro Civil)	

1.2 LISTA DE DESENHOS

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

Quadro 1.2 – Lista de Desenhos

Projeto	Arquivo	Título dos Desenhos
GEOMÉTRICO	PRJ-240738-EXE-GEO-0101-REV00	FOLHA 01/02 A 02/02: PLANTA GEOMÉTRICA / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO
TERRAPLENAGEM	PRJ-240741-EXE-TER-0101-REV00	FOLHAS 01/04 A 04/04: SEÇÕES TRANVERSAIS / QUADRO DE VOLUME / SEÇÃO TIPO / QUADRO GERAL DE VOLUME
DRENAGEM	PRJ-240740-EXE-DRE-0101-REV00	FOLHAS 01/01 A 03/03: PLANTA GERAL / QUADRO DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO/
PAVIMENTAÇÃO	PRJ-240742-EXE-PAV-0101-REV00	FOLHA 01/02 A 02/02: PLANTA GERAL / SEÇÃO TIPO / DETALHAMENTO DA SEÇÃO TIPO
SINALIZAÇÃO	PRJ-240743-EXE-SIN-0101-REV00	FOLHA 01/02: PLANTA GERAL FOLHA 02/02: QUANTITATIVO DE SINALIZAÇÃO



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 implantação do loteamento em João Pinheiro/MG, promovendo 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 da Rua Sem Nome 03 e Rua Nair Lopes Couto.



Figura 1 - Mapa de Localização



3 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.

3.1 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.

3.2 CONVENÇÕES

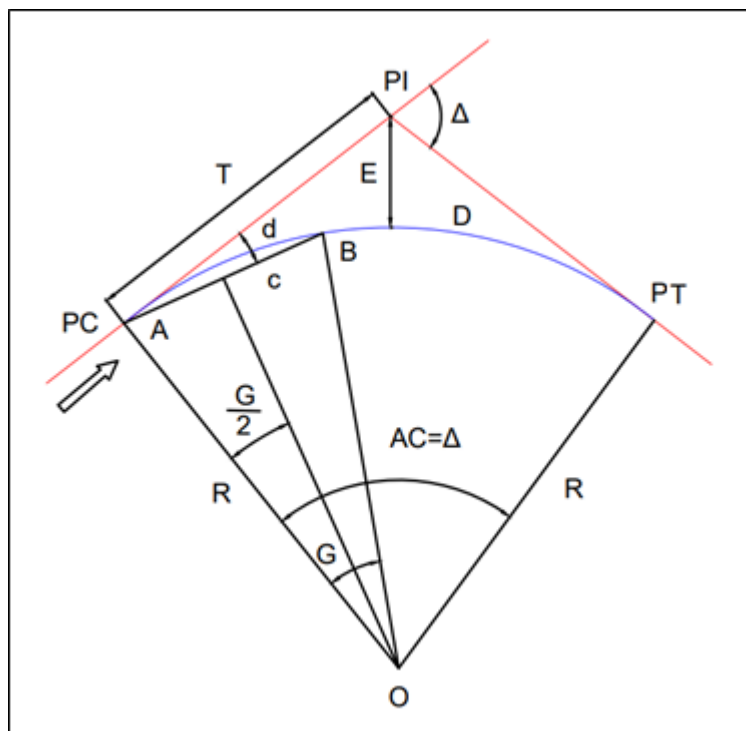


Figura 2 - representação gráfica dos pontos notáveis

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

3.3 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

3.4 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.

3.5 ALINHAMENTOS PROJETADOS

A seguir estão apresentados os alinhamentos projetados para as vias.

Tabela 1 - Relação de Alinhamentos Projetados

Relação de Alinhamentos Projetados			
Alinhamento	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)
Rua Sem Nome 03	Est. 0+0,00	Est. 12+5,887	245,887
Rua Sem Nome 03 - Continuação	Est. 0+0,00	Est. 1+5,093	25,093
Rua Nair Lopes Couto	Est. 0+0,00	Est. 2+2,099	42,099

3.6 SEÇÃO TIPO

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

As plataformas das vias foram projetadas com as seguintes larguras:

Rua Nair Lopes Couto com seção tipo:

- **Bordo Total:** 9,00m;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,50m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,50m;
- **Semi-pista de rolamento:** 4,00m;
- **Pista de Rolamento:** 8,00m;
- **Abaulamento:** 3,00 %;

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

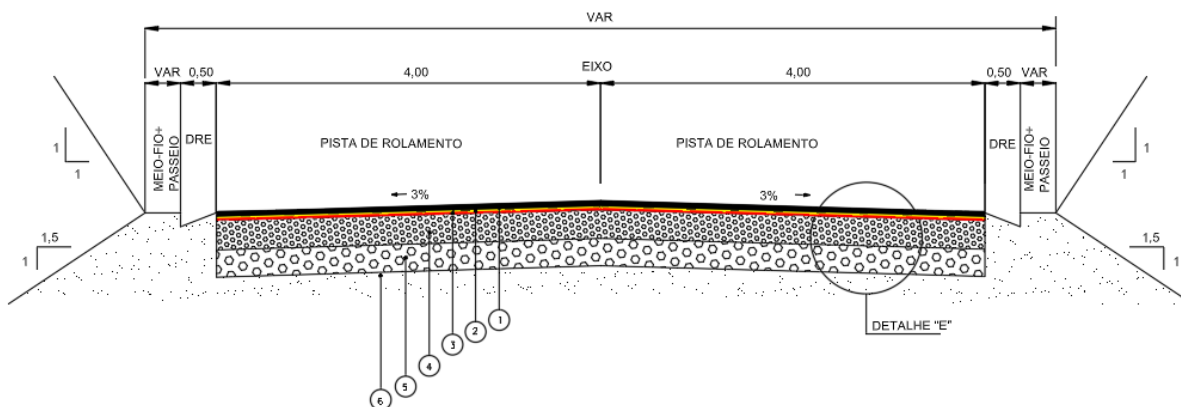


Figura 3 - Seção Tipo I

Rua Sem Nome 03 com seção tipo :

- **Bordo Total:** 7,00m;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,50m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,50m;
- **Semi-pista de rolamento:** 3,00m;
- **Pista de Rolamento:** 6,00m;

3.8.1 ALINHAMENTO: RUA SEM NOME 03, RUA NAIR LOPES COUTO E RUA



SEM NOME 03 - CONTINUAÇÃO

ALINHAMENTO VERTICAL

3.9 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) Tendas 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.



4 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;

4.1 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.

4.2 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.

4.3 DIMENSIONAMENTO

4.3.1 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)

4.3.2 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, segue tabela com o resultado total da movimentação de terra:

Tabela 2 - Quadro Resumo de Volumes

Quadro Resumo de Volumes			
Descrição	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume de Bota-fora / Material de Empréstimo (m³)
Rua Sem Nome 03	1.197,52	308,18	889,35
Rua Sem Nome 03 - Continuação	121,33	0,00	121,33
Rua Nair Lopes Couto	271,03	29,59	241,62
Total	1.589,88	337,77	1252,30

4.3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

Para este projeto, após visitas in loco e considerando o horizonte de escavação para implantação do pavimento (greide colado), foi considerado que todo o material resultante da escavação será de 1ª categoria.

4.3.4 NOTAS DE SERVIÇO

As notas de serviço das vias estão apresentadas abaixo:



NOTAS DE SERVIÇO

A seguir as seções transversais das respectivas ruas:

SEÇÕES RUA SEM NOME 03

SEÇÕES RUA NAIR LOPES COUTO

SEÇÕES RUA SEM NOME 03 - CONTINUAÇÃO

4.4 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

4.4.1 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.



4.4.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS

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

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

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

- a. Na construção do corpo do aterro serão feitas descarga, espalhamento em camadas, homogeneização, umedecimento e aeração e compactação do material até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- b. O lançamento do material será feito em camadas sucessivas em toda largura da seção transversal e em extensões quer espeitem a necessidade de umedecimento e compactação. Para corpos de aterro, a espessura mínima é de 0,30m e nas camadas finais não deve ultrapassar 0,20m.
- c. As camadas do solo serão compactadas respeitando as condições previamente estabelecidas pelo ensaio de compactação do solo (Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013), sendo aceita variação na umidade ótima demais ou menos 3% e grau de compactação de 95%. Caso o trecho não atinja as condições estabelecidas de compactação, deverá ser escarificado e recolocado na condição ideal.



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

4.4.3 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES

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

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

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

- I. Se houver presença de rocha sã 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.

4.4.4 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

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



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

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

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

5 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.

5.1 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

O sistema proposto prevê a drenagem superficial com a instalação e posicionamento dos diversos dispositivos de coleta das águas pluviais que incidem na plataforma da via, 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.

5.2 DIMENSIONAMENTO

5.2.1 INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I)

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



Equação1-Equação IDF

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

Onde:

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

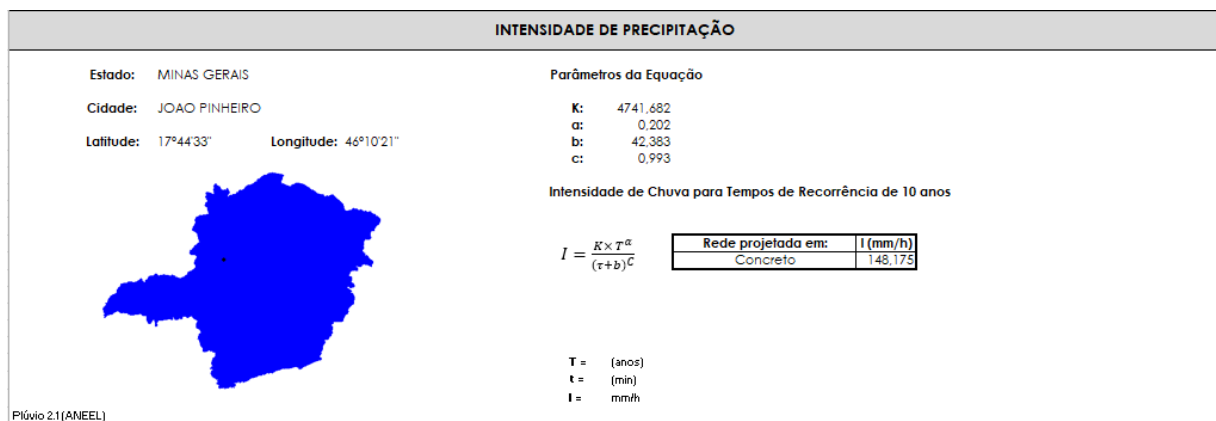


Figura 5 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação

5.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

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

Equação2-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.

5.2.3 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.

5.2.4 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 (t_c), 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.

5.2.5 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 3 - Coeficientes de Escoamento Superficial (C).

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



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

$C = 0,30$ correspondente ao coeficiente para ruas com pavimentadas em zonas com poucas superfícies livres.

5.2.6 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 4 - 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 0,014.

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 = 5min e tempo de recorrência T_r = 10anos.



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: 600 mm.
- Para as redes projetadas os diâmetros apresentados abaixo:

5.3 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 – padrão Sudecap.
- Caixa De Passagem Tipo "A"- CPA – Padrão DER
- Sarjeta Tipo “B” - Padrão SUDECAP
- Boca De Lobo Dupla Combinada Com Grelha De Concreto – BLS
- Ala De Rede Tubular – SUDECAP
- Rede Tubular De Concreto – RTC
- Poço De Visita Tipo “A” – PVA
- Chaminé De Poço De Visita – CPV
- Tampão De Ferro Fundido Cinzento – TFC

5.3.1 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.

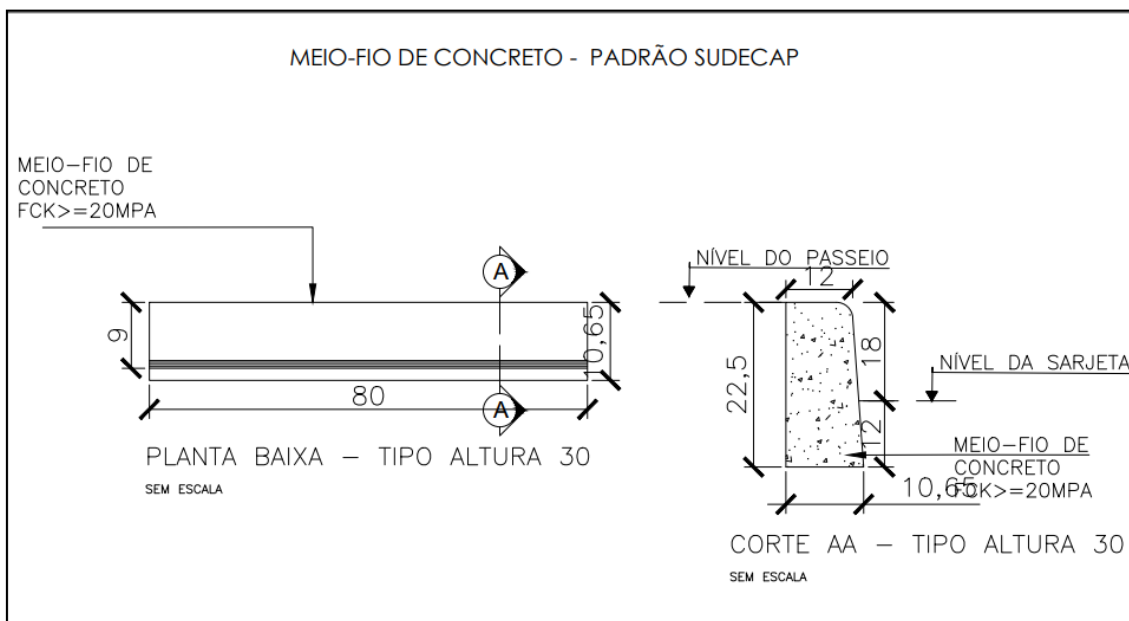


Figura 6 - Meio Fio de Concreto - padrão SUDECAP

5.3.2 CAIXA DE PASSAGEM TIPO "A"- CPA – PADRÃO DER

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

Se aplicam na ligação de rede coletora ao sistema de drenagem urbana e na ligação de bueiros no sistema de drenagem rural. Poderão ser utilizados 3 tipos de caixas de passagem:

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

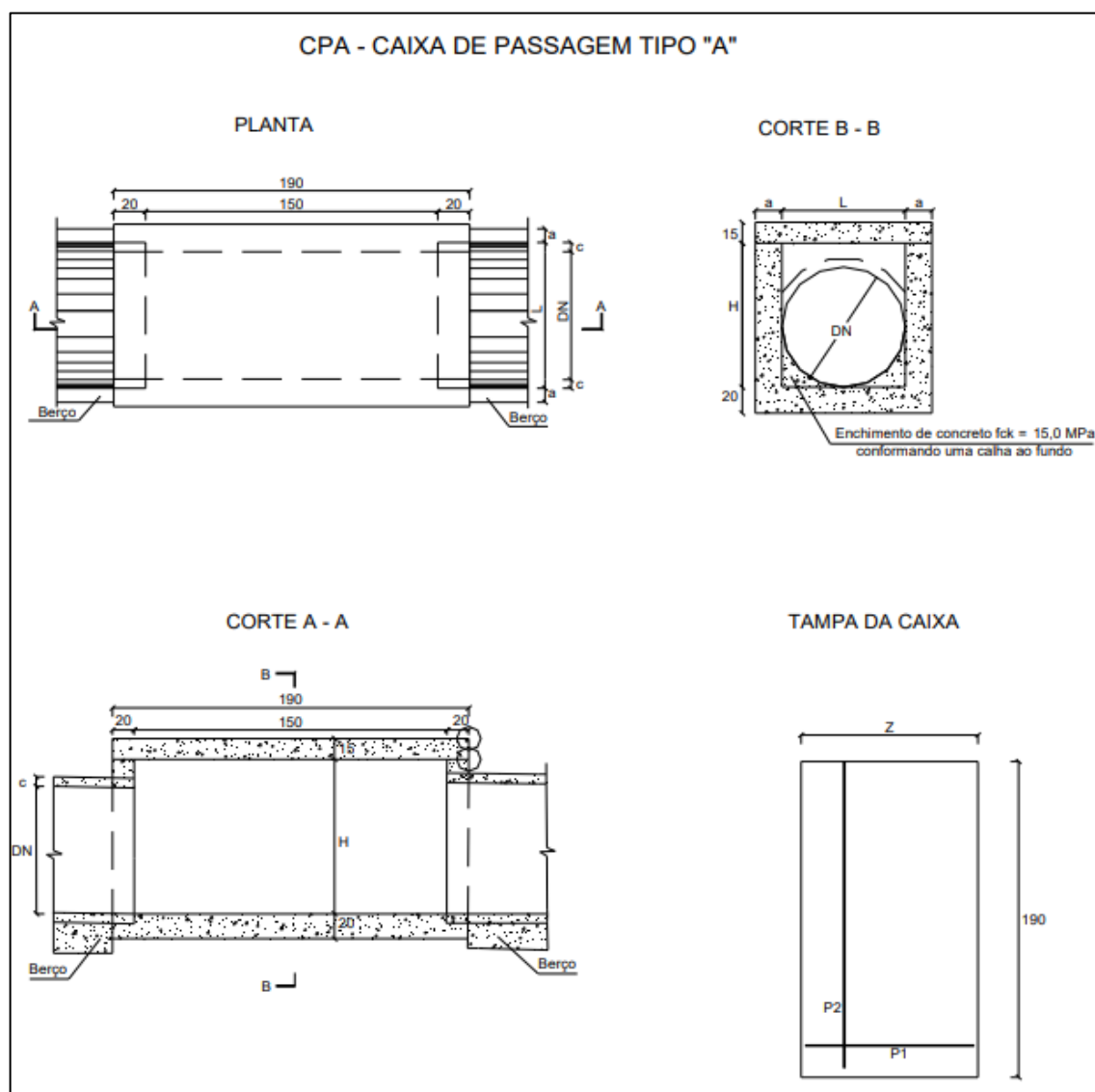


Figura 7 - Caixa De Passagem Tipo "A" - CPA – DER

5.3.3 SARJETA TIPO "B" - PADRÃO SUDECAP

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

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

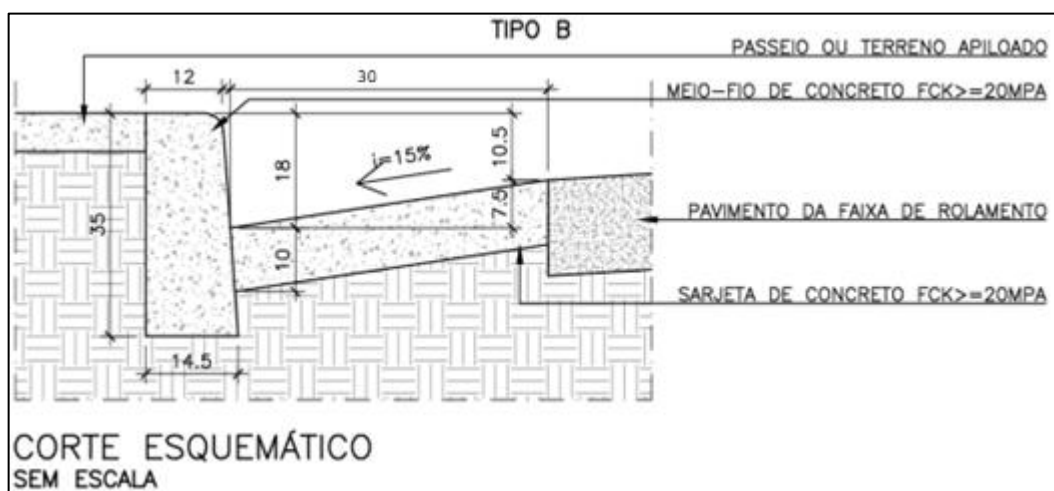


Figura 8 - Sarjeta Tipo "B" - Padrão SUDECAP

5.3.4 BOCA DE LOBO DUPLA COMBINADA 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.

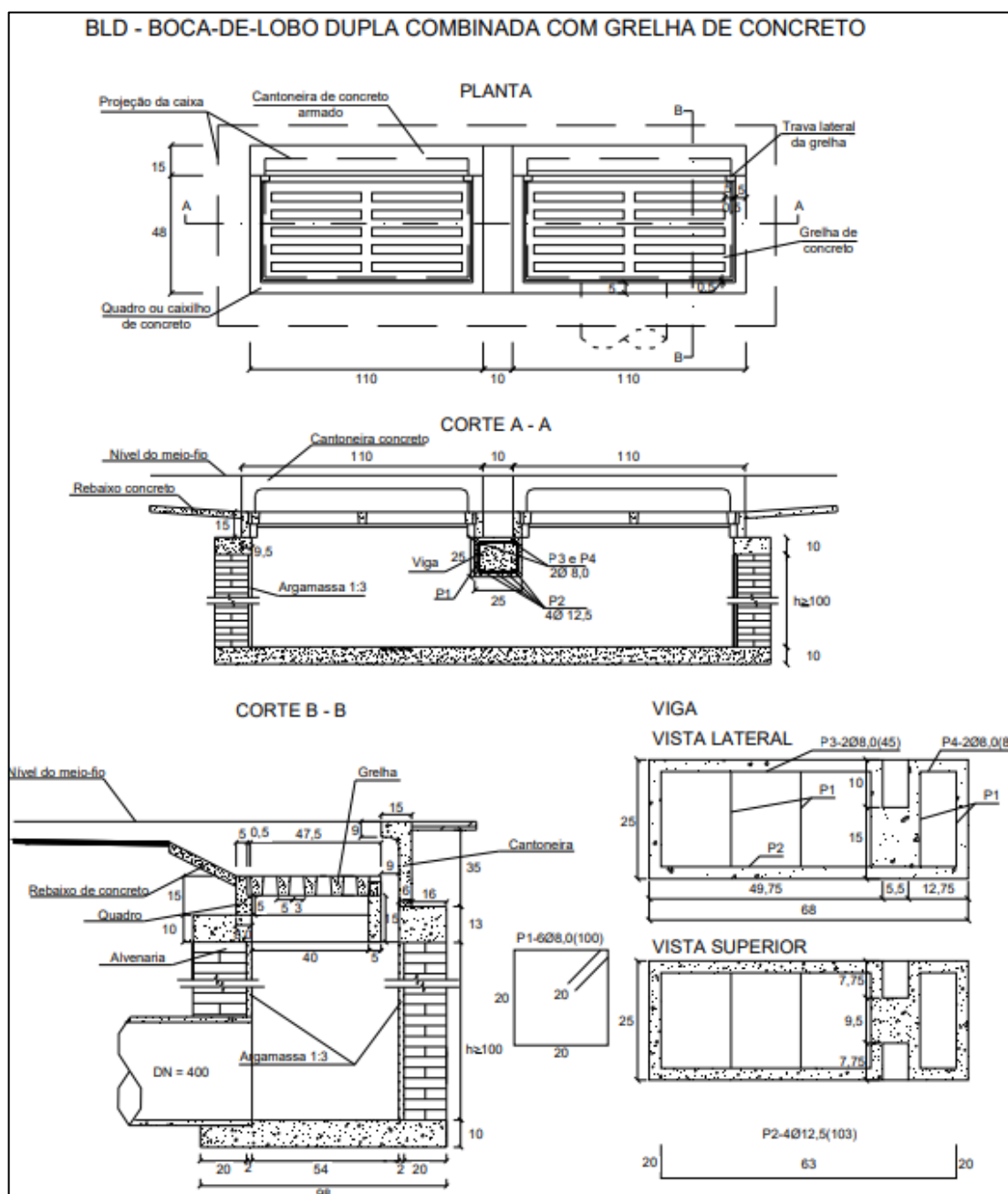


Figura 9 - Boca de Lobo Dupla Combinada com Grelha de Concreto – BLS – padrão DER ou SUDECAP

5.3.5 ALA DE REDE TUBULAR - SUDECAP

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



Prefeitura Municipal de João Pinheiro - MG

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

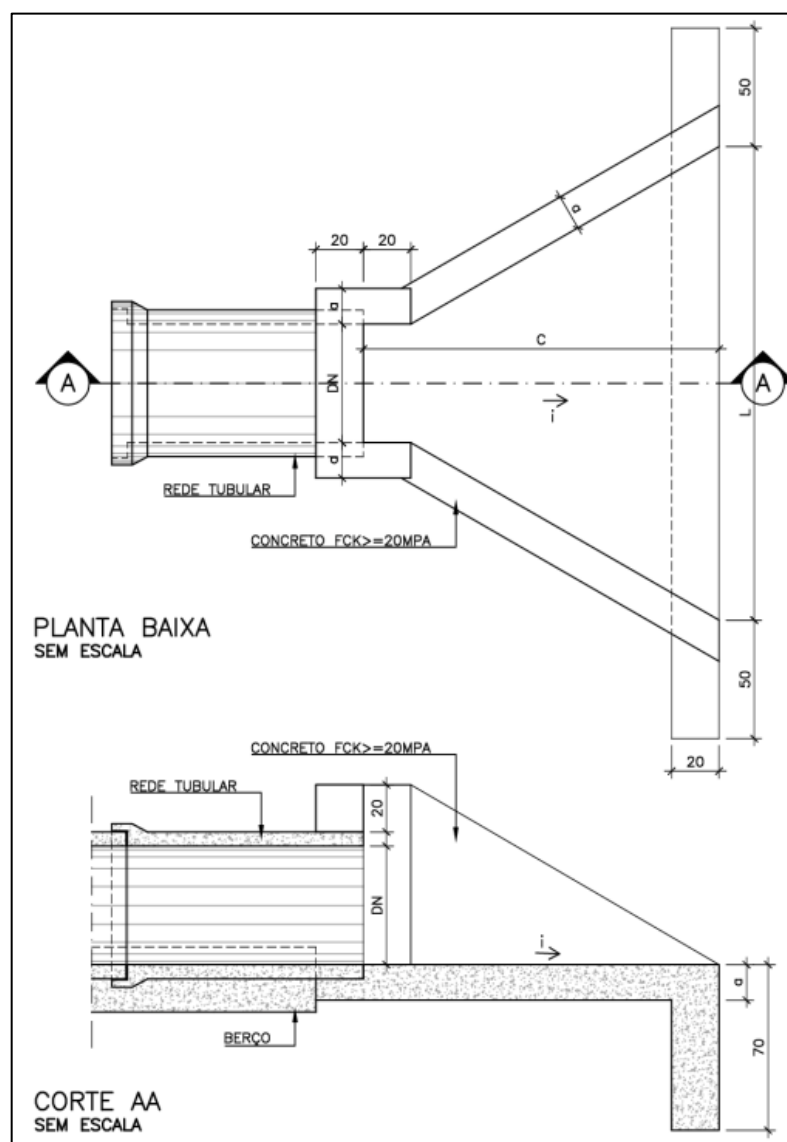


Figura 10 - Ala de Rede Tubular – padrão SUDECAP

Tabela 5 - Dimensionamento por Ala

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

Legenda:

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

5.3.6 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.

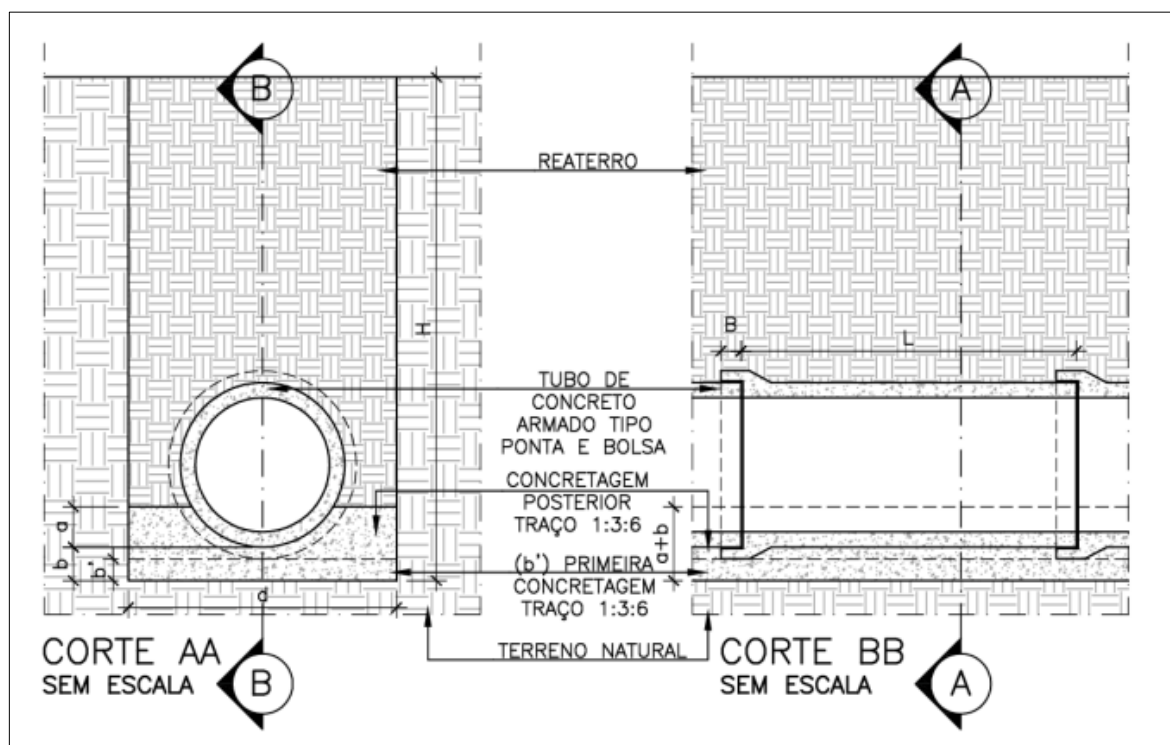


Figura 11 - Rede Tubular de concreto

5.3.7 POÇO DE VISITA TIPO “A” - PVA

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

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

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

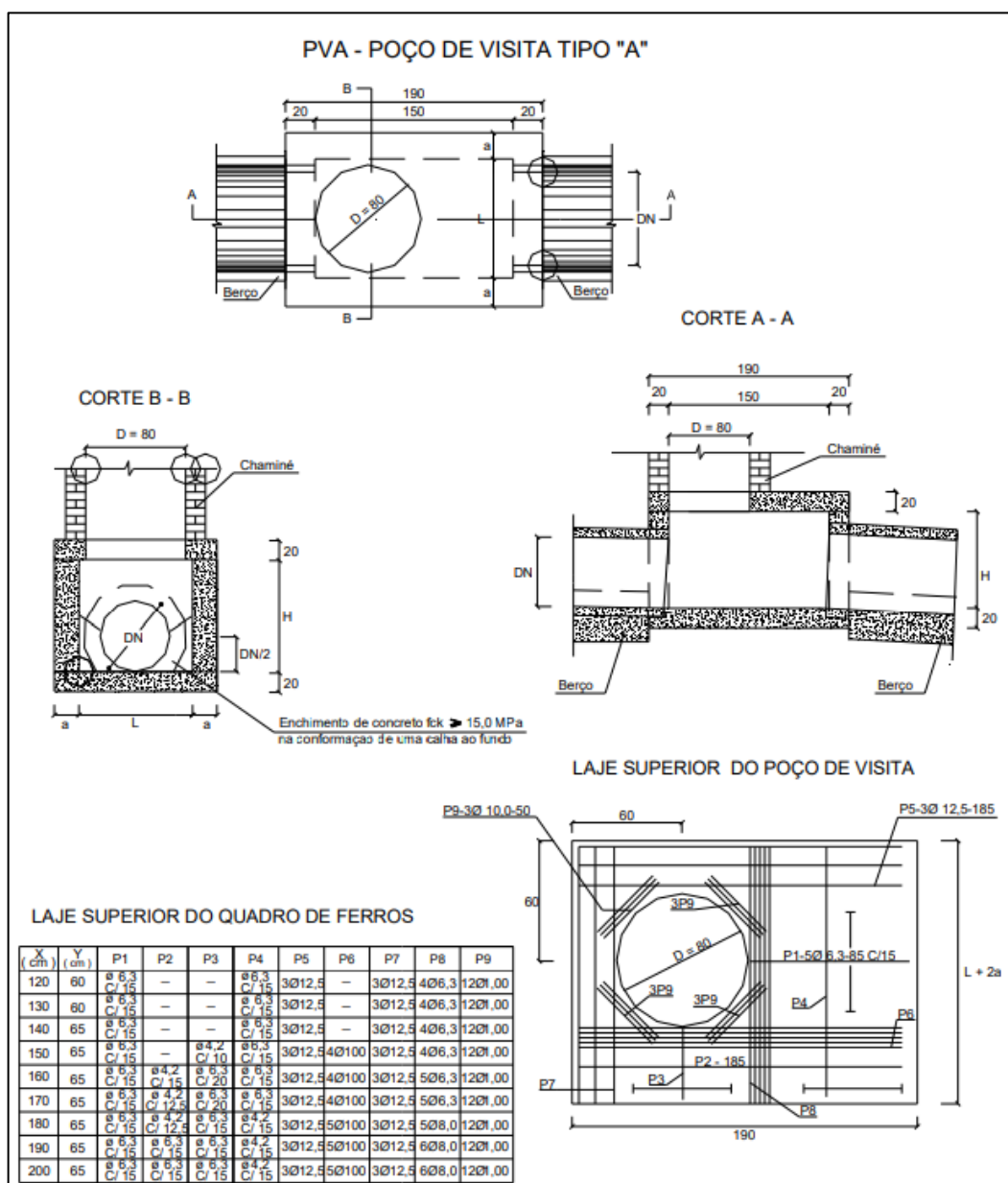


Figura 12 - Poço de Visita Tipo “A” – PVA



Tabela 6 - Dimensões – PVA” A”

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

5.3.8 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).

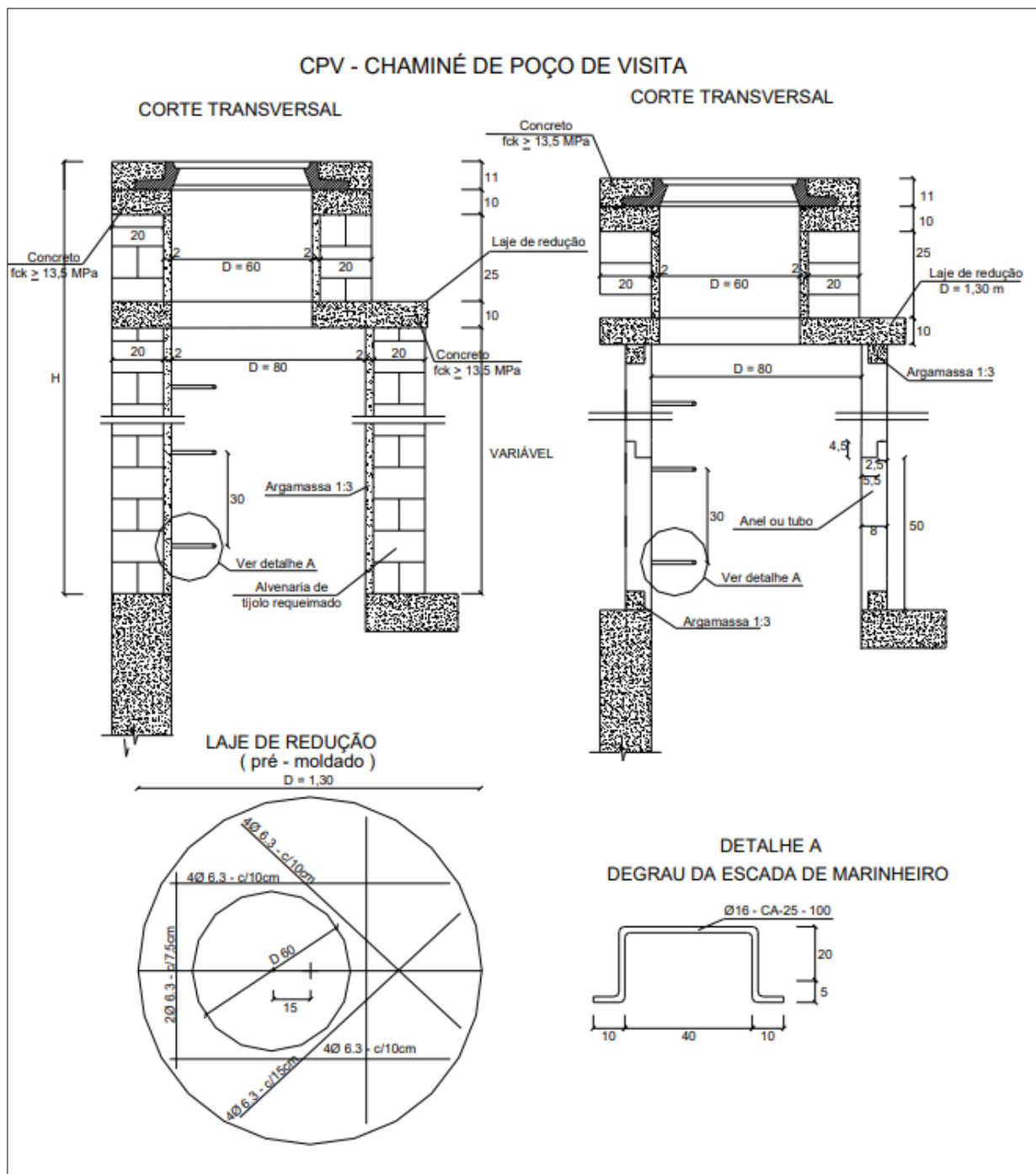


Figura 13 - Chaminé de Poço de Visita – CPV

5.3.9 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.

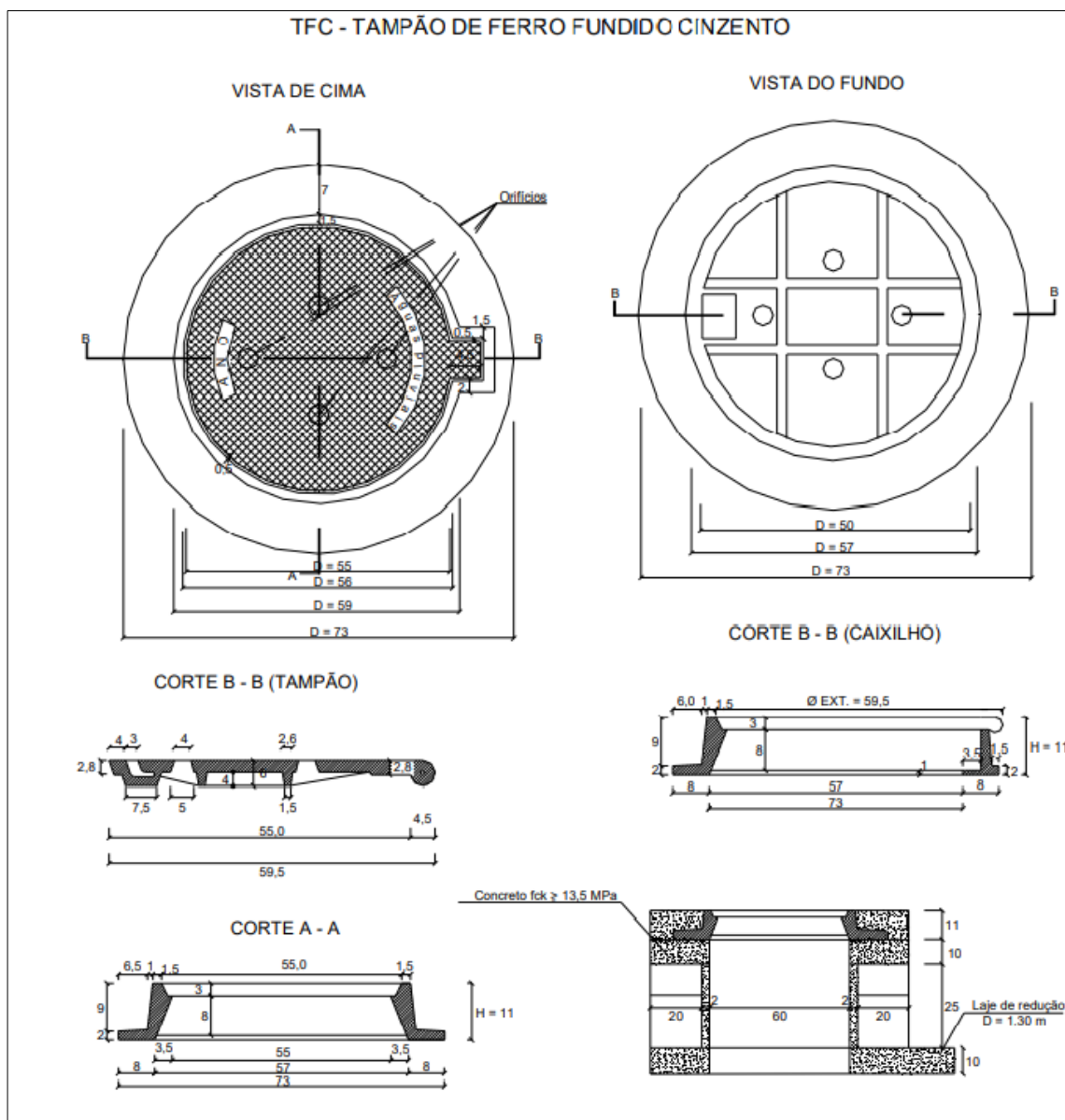


Figura 14 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento - TFC

5.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

5.4.1 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 7 - Tabela de Diâmetros

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

b. ESCAVAÇÃO DA VALA

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

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

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



Prefeitura Municipal de João Pinheiro - MG

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

afetado o preenchimento já compactado abaixo do escoramento à medida que este se retire ou se desloque.

Tabela 8 - 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.

5.4.2 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.



5.4.3 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.

5.4.4 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.

5.4.5 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 (f_{ck}) 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.

5.4.6 CAIXAS, BOCAS E ALAS

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

I. MATERIAIS:

- Concreto de cimento ou concreto ciclópico.

II. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

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



j) Compactadores manuais

k) Vibradores para concreto.

III. PROCESSO EXECUTIVO:

O processo executivo para implantação das caixas de captação e grelhas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas, em que o mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

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



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

6 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.

6.1 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.

- **CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) – FAIXA B (Binder):** Esse tipo de CBUQ é indicado para formar a camada de ligação da pavimentação. Isso se deve pelo fato de ter agregados minerais com maior diâmetro de graduação, maior porcentagem de vazios e menor porcentagem de material de enchimento (filler) e de ligante betuminoso. O binder, conforme já foi explicado anteriormente, vai abaixo da capa asfáltica e faz a ligação da primeira camada com as camadas da base.

6.2 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 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.



7.1 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 30km/h estabelecida em detrimento da classificação da via na Classe IVB.

7.2 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;
- LCO – Linha de Continuidade;
- LCA – Linha de Canalização;
- LRE – Linha de Retenção;
- LFO-1 – Linha de Fluxos Opostos;

- Legendas:
 - Pare;
- Símbolos:
 - Pedestre;

7.2.1 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.

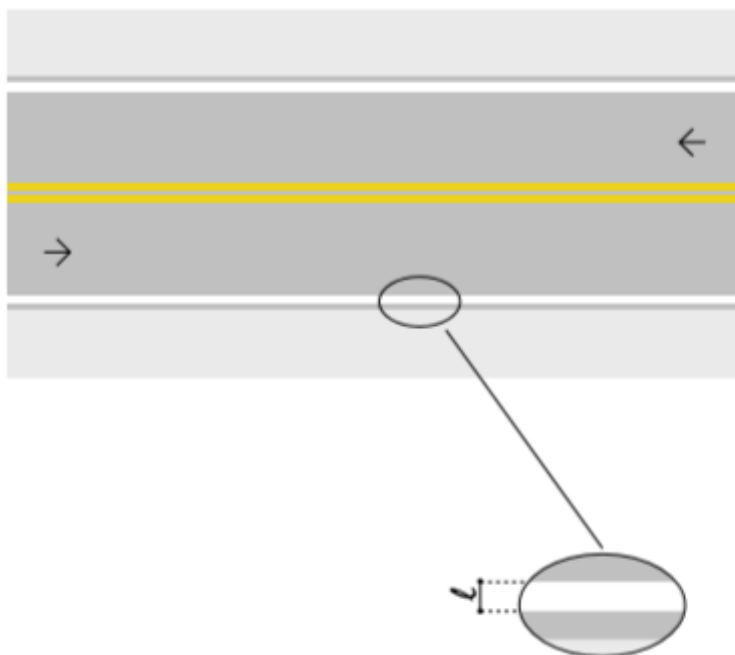


Figura 15 – Linha de Bordo - LBO

7.2.2 LCO - LINHA DE CONTINUIDADE

A LCO dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. Utilizada quando estudos de engenharia indiquem sua necessidade por questões de segurança. Também é utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxos no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento.

Deve manter a largura da linha que a antecede. As medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), devem variar em função da velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:

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

Deve dar sequência ao alinhamento da marcação à qual complementa.

Cor: amarela e branca.

Dimensões: 0,10 (m)

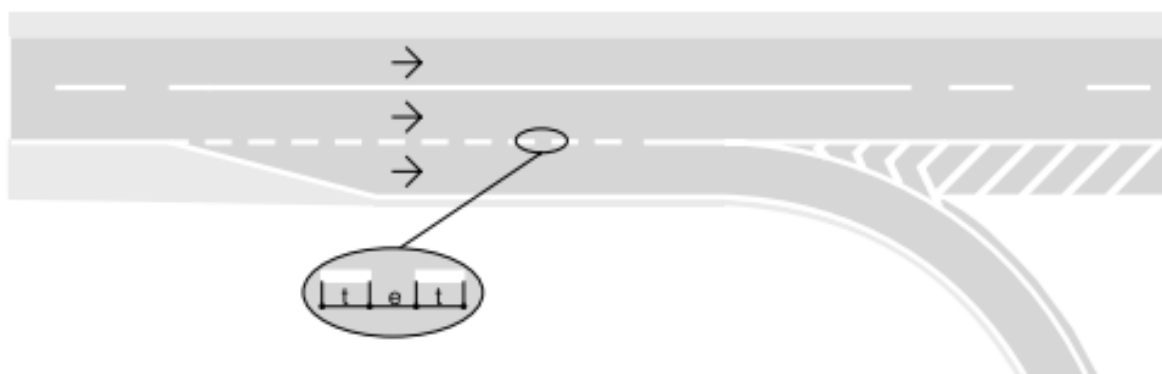


Figura 16 – Linha de Continuidade – LCO

7.2.3 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

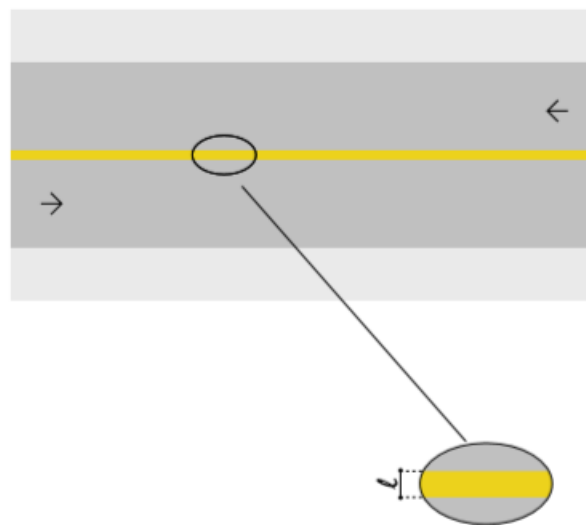


Figura 17 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01

7.2.4 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.

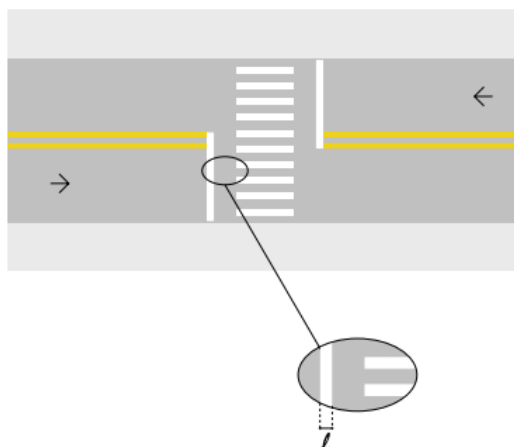


Figura 18 - Linha de Retenção – LRE

7.2.5 ZPA - ZEBRADO DE PREENCHIMENTO DA ÁREA DE PAVIMENTO NÃO UTILIZADO

O ZPA destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a idéia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via.

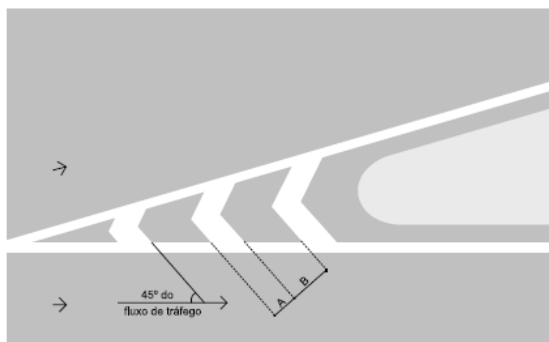
Cor Branca, quando direciona fluxos de mesmo sentido;

Cor Amarela, quando direciona fluxos de sentidos opostos.

O **ZPA deve** ter as dimensões conforme tabela abaixo:

DIMENSÕES	CIRCULAÇÃO	ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO
Largura da linha interna A	mínima 0,30 m	mínima 0,10 m
	máxima 0,50 m	máxima 0,40 m
Distância entre linhas B	mínima 1,10 m	mínima 0,30 m
	máxima 3,50 m	máxima 0,60 m

A marcação do zebrado é feita com linhas inclinadas de 45° em relação à direção dos fluxos de tráfego, acompanhando o sentido de circulação dos veículos nas faixas adjacentes à área de pavimento não utilizável.



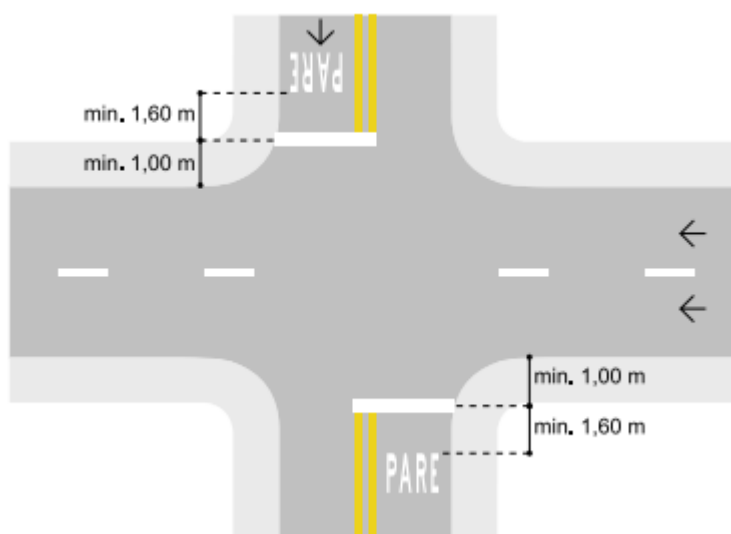
7.2.6 LEGENDAS

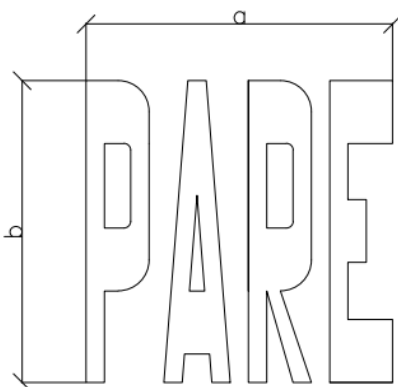
As legendas são formadas a partir de combinações de letras e algarismos, aplicadas no pavimento da pista de rolamento, com o objetivo de advertir os condutores acerca das condições particulares de operação da via. As legendas são mensagens com o objetivo de advertir os condutores acerca das condições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

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

Neste projeto, temos as legendas de:

- Pare





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

7.2.7 PEM - SETAS INDICATIVAS DE POSICIONAMENTO NA PISTA PARA A EXECUÇÃO DE MOVIMENTOS

PEM indica em que faixa de trânsito o veículo deve se posicionar, para efetuar o movimento desejado, de forma adequada e sem conflitos com o movimento dos demais veículos. A PEM é utilizada na aproximação de interseções onde existem faixas de trânsito destinadas a movimentos específicos, havendo, portanto, a necessidade de orientar os condutores para o adequado posicionamento na pista, de forma que não efetuem mudanças bruscas no seu trajeto, comprometendo a segurança no local.

Cor: Branca

Material: termoplástico aspergido com tinta à base de água com microesferas de vidro.

Princípios de Utilização no projeto: Siga em Frente.

Colocação: Deve existir uma seta para cada faixa de trânsito, posicionada no centro da mesma, com a conformação adequada ao movimento nela permitido. Recomenda-se implantar pelo menos duas em sequência na mesma faixa, sendo opcional a colocação de uma terceira.

As dimensões das setas irão variar de acordo com a velocidade adotada para via.

7.3 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 Indicativas
 - ID -01 — Placa de Nomenclatura de vias e logradouros públicos
- Placas de Advertência
 - A - 32b – Passagem Sinalizada de Pedestre
- Placas de Regulamentação
 - R19.3 — Velocidade máxima permitida

7.3.1 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.



7.3.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

R19.3 — 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.



7.4 QUANTITATIVOS E MATERIAIS

7.4.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

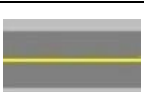
- Quantitativos:

 Legendas		
Legenda	Tipo	Qtd (un)
	PARE	5



Prefeitura Municipal de João Pinheiro - MG

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

 Faixas		
Faixa	Tipo	Qtd (m)
	FTP	152
	LRE	14,83
	LFO-1	224,25
	LFO-2	29,77
	LBO	581,81

- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL			
Tintas Faixas		Tintas Legendas	
Material	Qtd (m2)	Material	Qtd (m2)
Tinta acrílica-branca	108,22	Tinta acrílica	10,15
Tinta acrílica-amarela	23,42		

7.4.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

- Quantitativos:

 Placas		
Placa	Código	Qtd (un)
	R-1	5



 Suportes		
Suporte	Tipo	Qtd (un)
	Coluna Simples	5

- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO - SINALIZAÇÃO VERTICAL							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
Aço	2,955	Tipo I	2,955	Tipo I	0,8865	Coluna Simples	5

7.5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

7.5.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

I. CONDIÇÕES GERAIS:

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

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

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

- a) 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 retrorrefletividade



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

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

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

7.5.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

I. CONDIÇÕES GERAIS:

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

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

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

II. EQUIPAMENTOS:

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical devem ser:

- Trado;



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

I. PROCESSO EXECUTIVO:

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



8 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.



9 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA

ENGENHEIRA CIVIL

CREA: MG 239,787/D