

PROJETO DE INFRAESTRUTURA REVITALIZAÇÃO DE PAVIMENTO SEXTAVADO EM DIVERSAS RUAS PARACATU-MG

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

ELABORAÇÃO

METAVERS
CORRIGIOS

REALIZAÇÃO



MARÇO / 2026



PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE REVITALIZAÇÃO DE PAVIMENTO SEXTAVADO EM DIVERSAS RUAS EM PARACATU-MG

Resumo:

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de infraestrutura da Revitalização de Pavimento sextavado em Diversas Ruas em Paracatu-MG.

06	03/2026	B	REVISÃO	GMT	FFG	FFG	MTL
05	12/2025	B	REVISÃO	GMT	FFG	JGO	JGO
04	12/2025	B	REVISÃO	GMT	FFG	JGO	JGO
03	10/2025	B	REVISÃO	GMT	FFG	JGO	JGO
02	12/2024	B	REVISÃO	WLLM	FMR	JGO	JGO
01	06/2024	A	PARA APROVAÇÃO	BVS	FMR	JGO	JGO
00	06/2024	A	PARA APROVAÇÃO	IMP	FMR	JGO	JGO
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSÕES

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

Empresa Contratada:

METAVERSO CONSÓRCIOS

Avenida Barão Homem De Melo, 3280 – Nova Granada

Belo Horizonte - MG – CEP: 30494-080

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

E-mail: contato@grupoprojetaengenharia.com.br



Responsáveis Técnicos:

Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239.787/D

VOLUME:

PROJETO EXECUTIVO DE GEOMETRIA, PAVIMENTAÇÃO E SINALIZAÇÃO

Referência:

MARÇO / 2026



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	7
1.1	EQUIPE TÉCNICA	8
1.2	LISTA DE DESENHOS	9
2	INTRODUÇÃO.....	11
2.1	OBJETIVO	11
2.2	GENERALIDADES	11
2.3	PLACA DA OBRA.....	11
2.4	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI	12
2.6	IMPLANTAÇÃO	13
3	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	14
3.1	OBJETIVO.....	14
3.2	LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS	14
3.3	DEFINIÇÕES BÁSICAS	15
3.4	CONDIÇÕES GERAIS	15
3.5	IMÓVEIS TOMBADOS	16
3.6	MÉTODO DE REMOÇÃO DE BLOCOS SEXTAVADOS	17
4	PROJETO GEOMÉTRICO	19
4.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS	19
4.2	CONVENÇÕES	20
4.3	CLASSIFICAÇÃO DA VIA	21
4.4	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	22
4.5	ALINHAMENTOS PROJETADOS.....	23
4.6	SEÇÃO TIPO.....	23
4.7	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS.....	25
4.7.1	ALINHAMENTO: RUA MANOEL DE MELO FRANCO	25
4.7.2	ALINHAMENTO: RUA PINHEIRO CHAGAS.....	27
4.7.3	ALINHAMENTO: RUA RIO GRANDE DO SUL.....	31
4.7.4	ALINHAMENTO: RUA MANOEL CAETANO.....	34
4.8	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS	36
4.8.1	ALINHAMENTO: RUA MANOEL DE MELO FRANCO	36
4.8.2	ALINHAMENTO: RUA PINHEIRO CHAGAS.....	36
4.8.3	ALINHAMENTO: RUA RIO GRANDE DO SUL.....	37
4.8.4	ALINHAMENTO: RUA MANOEL CAETANO.....	42
4.1	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	43
5	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	46
5.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS	46
5.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	47
5.3	ESTUDO DE CAPACIDADE DE SUPORTE (ENSAIO DE CBR / ISC).....	48



5.4	DIMENSIONAMENTO – PAVIMENTO INTETRAVADO.....	49
5.5	QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS	51
5.6	SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO	52
5.7	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	53
5.7.1	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO.....	53
5.7.2	REGULARIZAÇÃO DA SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	57
5.7.3	REGULARIZAÇÃO DA BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	61
5.7.4	CAMADA DE ASSENTAMENTO - COLCHÃO DE AREIA.....	66
5.7.5	REVESTIMENTO – INTERTRAVADO DE 16 LADOS	68
5.7.6	VIGA DE TRAVAMENTO	72
5.7.7	REMOÇÃO VIGA DE TRAVAMENTO	73
6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	75
6.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	75
6.2.1	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	77
6.3	QUANTITATIVOS E MATERIAIS.....	79
6.3.1	SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA PINHEIRO CHAGAS.....	79
6.3.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA MANOEL DE MELO FRANCO	80
6.3.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA RIO GRANDE DO SUL	80
6.3.4	SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA MANOEL CAETANO.....	81
6.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	82
6.4.1	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	82
7	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT.....	84
7.1	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAL DE EMPRÉSTIMO.....	84
7.2	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES.....	84
7.3	BLOCO 16 FACES	85
8	CONCLUSÃO.....	86
9	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	87
10	ANEXO I – PLANILHA DE QUANTIDADES	88



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Hierarquia De Sistemas Funcionais.....	21
Tabela 2 - Relação de Alinhamentos Projetados	23
<i>Tabela 3 - Procedimentos de dimensionamento de pavimento intertravado.</i>	<i>50</i>
Tabela 4 - Espessuras do Pavimento	51
Tabela 5 - Granulometria da areia para o colchão de areia para pavimento	67



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização	13
Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis	20
Figura 3 - Seção Tipo Rua Pinheiro Chagas / Rua Manoel de Melo Franco	24
Figura 4 - Seção Tipo Rua Rio Grande do Sul	24
Figura 5 - Seção Tipo Rua Manoel Caetano	25
Figura 6 – Seção Típica - Plataforma Total em Tangente com caimento para os dois lados...	52
Figura 7 – Detalhamento Seção Tipo	52
Figura 8 – Pavimento Intertravado 16 faces	69



1 APRESENTAÇÃO

O Metaverso Consórcios tem o prazer de fornecer à Prefeitura Municipal de Paracatu o presente Memorial Descritivo para a execução da infraestrutura da Revitalização de Pavimento Sextavado em Diversas Ruas, 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)
Fernando Martins Roberto Filho (Engenheiro Civil)
Débora Dayane Aparecida de Souza Soares (Engenheira Civil)
Isadora Magno Pereira (Engenheira Civil)
Gislaine Machado Tadim de Castro (Técnica Estradas)
Fabiane Ferreira Ganda (Engenharia Civil)
Maycon Tadel Lara Soares (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-71962-EXE-GEO-0101-REV04	<u>RUA PINHEIRO CHAGAS/ RUA MANOEL DE MELO FRANCO</u> FOLHA 01/02: PLANTA GERAL / SEÇÃO TIPO FOLHA 02/02: / PERFIL LONGITUDINAL
		<u>RUA RIO GRANDE DO SUL</u> FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / SEÇÃO TIPO / PERFIL LONGITUDINAL
		<u>RUA MANOEL CAETANO</u> FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / SEÇÃO TIPO / PERFIL LONGITUDINAL
PAVIMENTAÇÃO	PRJ-71962-EXE-PAV-0101-REV04	<u>RUA PINHEIRO CHAGAS / RUA MANOEL DE MELO FRANCO</u> FOLHA 01/02: PLANTA GERAL FOLHA 02/02: DETALHAMENTO PAVIMENTAÇÃO / SEÇÃO TIPO / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
		<u>RUA RIO GRANDE DO SUL</u> FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / DETALHAMENTO PAVIMENTAÇÃO / SEÇÃO TIPO / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
		<u>RUA MANOEL CAETANO</u> FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / DETALHAMENTO PAVIMENTAÇÃO / SEÇÃO TIPO / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

SINALIZAÇÃO

PRJ-71962-EXE-SIN-
0101-REV03

RUA PINHEIRO CHAGAS / RUA MANOEL DE MELO

FRANCO

FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / ESQUEMA DE
INSTALAÇÃO DE PLACAS / QUANTITATIVO DE
SINALIZAÇÃO

RUA RIO GRANDE DO SUL

FOLHA 01/02: PLANTA GERAL – RUA RIO GRANDE
DO SUL

FOLHA 02/02: ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE
PLACAS / QUANTITATIVO DE SINALIZAÇÃO

RUA MANOEL CAETANO

FOLHA 01/02: PLANTA GERAL – RUA MANOEL
CAETANO

FOLHA 02/02: ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE
PLACAS / 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 infraestrutura da Revitalização de Pavimento sextavado em Diversas Ruas 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.



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 IMÓVEIS TOMBADOS

Imóveis localizados em áreas tombadas, são reconhecidos por seu valor cultural e, por lei, não podem ser demolidos ou descaracterizados sem a devida autorização. Intervenções ilegais podem resultar em ações judiciais e multas.

Para um projeto de demolição (ou qualquer intervenção), os procedimentos envolvem:

Consulta e Aprovação Prévia: O primeiro passo é submeter o projeto de intervenção (que, neste caso, é uma demolição) aos órgãos competentes. A aprovação deve ser obtida junto ao IPHAN, que tombou o núcleo histórico da cidade em nível federal, e também aos órgãos municipais e estaduais (Comphap e IEPHA).

Apresentação de Projeto Detalhado: O proprietário ou responsável técnico deve apresentar um projeto que justifique a necessidade da demolição e demonstre como a ação não prejudicará o conjunto arquitetônico e urbanístico da área tombada.

Análise Técnica: Os conselhos e institutos (IPHAN, IEPHA, Comphap) realizarão análises técnicas rigorosas para avaliar o impacto da demolição no patrimônio cultural.



Alvará de Demolição: Somente após a aprovação de todos os órgãos de preservação é que a Prefeitura de Paracatu poderá emitir o alvará de demolição, um documento obrigatório para qualquer demolição legal.

3.6 MÉTODO DE REMOÇÃO DE BLOCOS SEXTAVADOS

1) Preparação da Área

- Delimitar o trecho a ser removido com fitas ou cones de sinalização.
- Garantir que não haja veículos ou pedestres na área.
- Se houver rejuntamento com areia ou pó de pedra, umedecer levemente a superfície para evitar poeira.

2) Retirada Manual dos Blocos

- Iniciar a remoção pelas bordas ou em locais onde há juntas soltas.
- Utilizar ferramentas adequadas, como:
 - Espátula metálica, formão largo ou alavanca tipo pé-de-cabra;
 - Martelo de borracha para facilitar o desprendimento.
- Inserir a ferramenta entre as juntas e erguer cuidadosamente o primeiro bloco.
- Após a remoção inicial, os blocos seguintes podem ser retirados manualmente, puxando pelas laterais.

3) Remoção Mecânica (quando necessário)

- Em áreas extensas, pode-se usar equipamento mecânico com garra de sucção ou miniescavadeira com pá lisa, desde que:
 - A operação seja controlada e sem impacto direto sobre os blocos;
 - Haja operador experiente para evitar quebra.

4) Limpeza e Armazenamento

- Limpar os blocos retirados (retirar areia e pó das juntas).
- Empilhar em paletes, em camadas de no máximo 1 m de altura.
- Armazenar em local plano e protegido, evitando contato direto com o solo.



5) Remoção da Camada de Assentamento (se aplicável)

- Caso o objetivo seja reconstrução da base, remover também:
 - A camada de pó de pedra ou areia de assentamento (espessura média 3–5 cm);
 - E eventualmente a base de brita graduada, conforme o novo projeto.

6) Destinação

- Se os blocos forem reaproveitados, inspecionar:
 - Quebras ou desgaste excessivo;
 - Alterações de cor ou trincas.
- Os blocos danificados devem ser descartados adequadamente ou triturados para uso como material de sub-base.



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

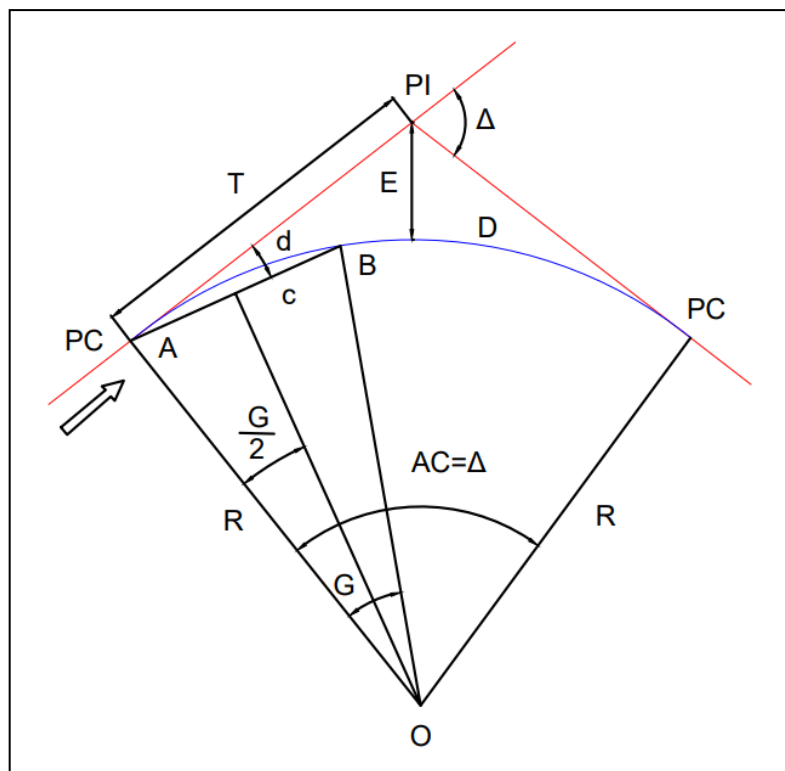


Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis

Lista de nomenclaturas:

- PC = PONTO DE CURVA OU PONTO DE CURVATURA
- PT = PONTO 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:

Tabela 1: Hierarquia De Sistemas Funcionais

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 9.023 pessoas (IBGE), podendo ser considerada como uma área urbana de médio porte. As Ruas são vias de pista simples. Dessa forma, pode ser classificada como uma via coletora, que segundo o DNIT e SEINFRA apresentam fluxo médio, com nível de serviço variável, e ainda, segundo a



classificação de via da SUDECAP, o número "N" para período de projeto de 10 anos 1×10^3 e velocidades de operação entre 40 km/h.

4.4 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

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

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



4.5 ALINHAMENTOS PROJETADOS

A seguir estão apresentados os alinhamentos projetados para as vias.

Tabela 2 - Relação de Alinhamentos Projetados

Relação de Alinhamentos Projetados			
Alinhamento	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)
Rua Manoel de Melo Franco	Est. 0+0,00	Est. 12+7,14	247,14
Rua Rio Grande do Sul	Est. 0+0,00	Est. 19+14,33	394,33
Rua Pinheiro Chagas	Est. 0+0,00	Est. 23+16,68	476,68
Rua Manoel Caetano	Est. 0+0,00	Est. 21+9,58	429,58

4.6 SEÇÃO TIPO

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

As plataformas das vias foram projetadas com as seguintes larguras:

- **Bordo Total:** Variável;
- **Semi-pista de rolamento:** Variável;
- **Pista de Rolamento:** Variável;
- **Abaulamento:** 3,00 %;



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

Figura 3 - Seção Tipo Rua Pinheiro Chagas / Rua Manoel de Melo Franco

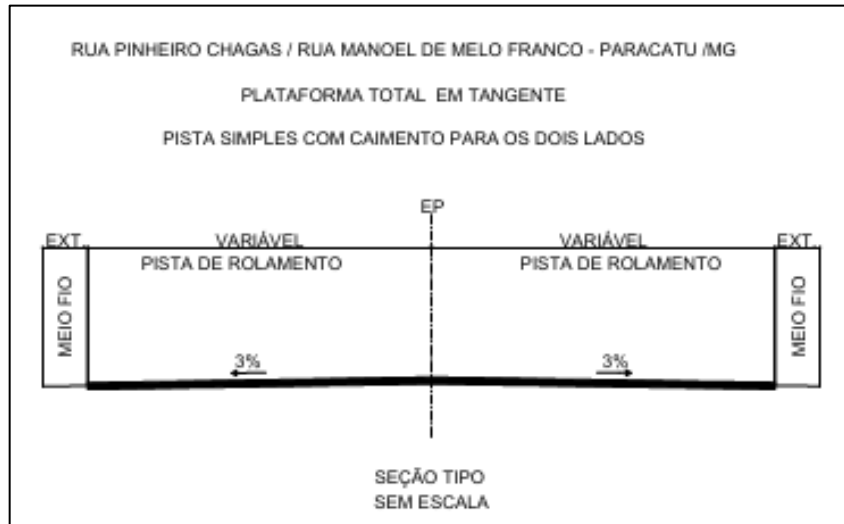


Figura 4 - Seção Tipo Rua Rio Grande do Sul

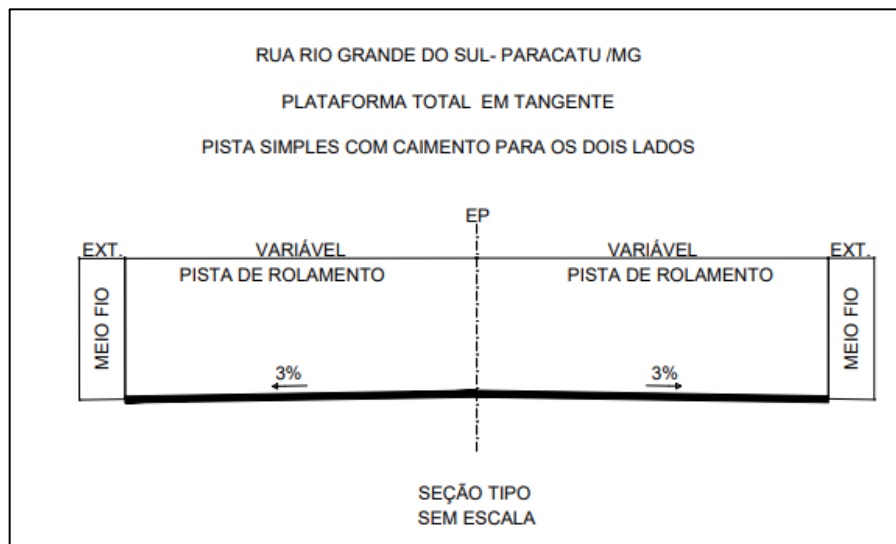
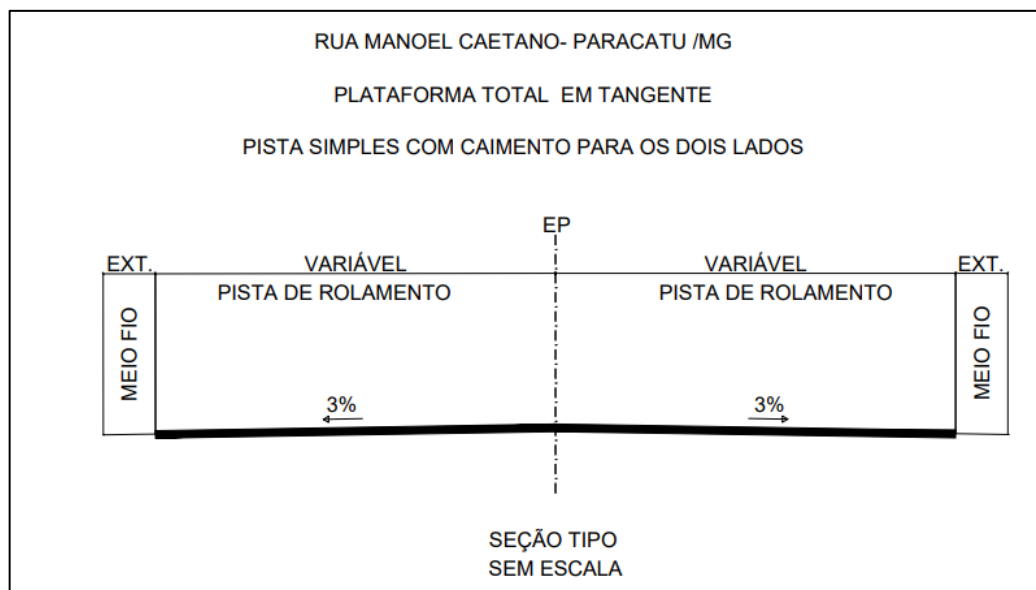




Figura 5 - Seção Tipo Rua Manoel Caetano



4.7 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características planimétricas dos alinhamentos projetados.

4.7.1 ALINHAMENTO: RUA MANOEL DE MELO FRANCO

TANGENTE			
Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	8095074.825	300185.088
FIM:	5.000+1.266	8095043.470	300281.378
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	8095068.632	300204.105
	2.000+0.000	8095062.440	300223.122
	3.000+0.000	8095056.247	300242.139
	4.000+0.000	8095050.055	300261.157
	5.000+0.000	8095043.862	300280.174
CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE			
TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	101.266	ÂNGULO:	108° 02' 12.4438"



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	5.000+1.266	8095043.470	300281.378
PI:		8095026.124	300334.648
CC:		8097364.944	301037.319
PT:	10.000+13.294	8095011.239	300388.658
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	6.000+0.000	8095037.738	300299.213
	7.000+0.000	8095031.770	300318.302
	8.000+0.000	8095025.958	300337.439
	9.000+0.000	8095020.303	300356.622
	10.000+0.000	8095014.806	300375.852

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	02° 37' 44.5508"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	2441.452		
DESENVOLVIMENTO:	112.027	TANGENTE:	56.023
FLECHA:	0.643	AFASTAMENTO:	0.643
COMPRIM. CORDA:	112.017	AZIMUTE CORDA:	106° 43' 20.1684"
δ20:	00° 14' 04.8448"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	10.000+13.294	8095011.239	300388.658
FIM:	12.000+7.136	8095002.248	300421.284
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	11.000+0.000	8095009.457	300395.123
	12.000+0.000	8095004.144	300414.404

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	33.843	ÂNGULO:	105° 24' 27.8930"



4.7.2 ALINHAMENTO: RUA PINHEIRO CHAGAS

<u>TANGENTE</u>			
Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	8094959.115	300624.670
FIM:	3.000+1.831	8094976.529	300565.342
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	8094964.748	300605.480
	2.000+0.000	8094970.380	300586.289
	3.000+0.000	8094976.013	300567.099
<u>CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE</u>			
TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	61.831	ÂNGULO:	286° 21' 28.5869"

<u>CURVA CIRCULAR</u>			
DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	3.000+1.831	8094976.529	300565.342
PI:		8094977.997	300560.341
CC:		8094496.768	300424.523
PT:	3.000+12.254	8094979.360	300555.311
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
<u>CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR</u>			
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	01° 11' 39.8043"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	500.000		
DESENVOLVIMENTO:	10.423	TANGENTE:	5.212
FLECHA:	0.027	AFASTAMENTO:	0.027
COMPRIM. CORDA:	10.423	AZIMUTE CORDA:	285° 45' 38.6848"
δ20:	01° 08' 45.2961"		

<u>TANGENTE</u>			
Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	3.000+12.254	8094979.360	300555.311
FIM:	5.000+5.049	8094987.938	300523.658



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

4.000+0.000	8094981.386	300547.835
5.000+0.000	8094986.618	300528.531

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	32.795	ÂNGULO:	285° 09' 48.7827"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	5.000+5.049	8094987.938	300523.658
PI:		8094992.074	300508.397
CC:		8094794.901	300471.343
PT:	6.000+16.607	8094993.761	300492.675

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

6.000+0.000	8094991.306	300509.095
-------------	-------------	------------

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	09° 02' 27.1595"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	200.000		
DESENVOLVIMENTO:	31.559	TANGENTE:	15.812
FLECHA:	0.622	AFASTAMENTO:	0.624
COMPRIM. CORDA:	31.526	AZIMUTE CORDA:	280° 38' 35.2029"
δ20:	02° 51' 53.2403"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	6.000+16.607	8094993.761	300492.675
FIM:	9.000+4.174	8094998.834	300445.380

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

7.000+0.000	8094994.123	300489.301
8.000+0.000	8094996.256	300469.415
9.000+0.000	8094998.389	300449.530

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	47.566	ÂNGULO:	276° 07' 21.6232"



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	9.000+4.174	8094998.834	300445.380
PI:		8094999.268	300441.337
CC:		8095197.693	300466.711
PT:	9.000+12.304	8094999.865	300437.315

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	02° 19' 45.3936"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	200.000		
DESENVOLVIMENTO:	8.131	TANGENTE:	4.066
FLECHA:	0.041	AFASTAMENTO:	0.041
COMPRIM. CORDA:	8.130	AZIMUTE CORDA:	277° 17' 14.3200"
δ20:	02° 51' 53.2403"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	9.000+12.304	8094999.865	300437.315
FIM:	10.000+8.446	8095002.238	300421.349
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	10.000+0.000	8095000.996	300429.703

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	16.142	ÂNGULO:	278° 27' 07.0168"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	10.000+8.446	8095002.238	300421.349
PI:		8095004.803	300404.085
CC:		8095061.586	300430.168
PT:	12.000+2.415	8095016.228	300390.891

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

	11.000+0.000	8095005.022	300410.154
	12.000+0.000	8095014.684	300392.748

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	32° 26' 16.2670"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	60.000		
DESENVOLVIMENTO:	33.969	TANGENTE:	17.453
FLECHA:	2.388	AFASTAMENTO:	2.487
COMPRIM. CORDA:	33.517	AZIMUTE	294° 40'
		CORDA:	15.1503"
δ20:	09° 32' 57.4677"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	12.000+2.415	8095016.228	300390.891
FIM:	14.000+1.694	8095041.940	300361.197
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	13.000+0.000	8095027.739	300377.597
	14.000+0.000	8095040.831	300362.478

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	39.279	ÂNGULO:	310° 53' 23.2838"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	14.000+1.694	8095041.940	300361.197
PI:		8095059.041	300341.448
CC:		8094437.164	299837.512
PT:	16.000+13.923	8095074.817	300320.626
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	15.000+0.000	8095053.764	300347.223
	16.000+0.000	8095066.313	300331.650

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	03° 44' 26.1821"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	800.000		
DESENVOLVIMENTO:	52.229	TANGENTE:	26.124
FLECHA:	0.426	AFASTAMENTO:	0.426
COMPRIM. CORDA:	52.219	AZIMUTE	309° 01'
		CORDA:	10.1928"



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

δ20: 00° 42'
58.3101"

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	16.000+13.923	8095074.817	300320.626
FIM:	23.000+16.678	8095161.026	300206.841
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	17.000+0.000	8095078.487	300315.782
	18.000+0.000	8095090.565	300299.841
	19.000+0.000	8095102.643	300283.900
	20.000+0.000	8095114.720	300267.958
	21.000+0.000	8095126.798	300252.017
	22.000+0.000	8095138.876	300236.076
	23.000+0.000	8095150.954	300220.134

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	142.755	ÂNGULO:	307° 08' 57.1017"

4.7.3 ALINHAMENTO: RUA RIO GRANDE DO SUL

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	8095098.740	301120.635
FIM:	12.000+3.963	8094884.392	301004.131
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	8095081.168	301111.084
	2.000+0.000	8095063.596	301101.533



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

3.000+0.000	8095046.024	301091.982
4.000+0.000	8095028.451	301082.431
5.000+0.000	8095010.879	301072.880
6.000+0.000	8094993.307	301063.329
7.000+0.000	8094975.735	301053.778
8.000+0.000	8094958.163	301044.228
9.000+0.000	8094940.591	301034.677
10.000+0.000	8094923.019	301025.126
11.000+0.000	8094905.447	301015.575
12.000+0.000	8094887.874	301006.024

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	243.963	ÂNGULO:	208° 31' 31.0456"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	12.000+3.963	8094884.392	301004.131
PI:		8094879.495	301001.470
CC:		8094979.901	300828.410
PT:	12.000+15.109	8094874.753	300998.539



ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	03° 11' 34.4678"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	200.000		
DESENVOLVIMENTO:	11.145	TANGENTE:	5.574
FLECHA:	0.078	AFASTAMENTO:	0.078
COMPRIM. CORDA:	11.144	AZIMUTE CORDA:	210° 07' 18.2796"
δ20:	02° 51' 53.2403"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	12.000+15.109	8094874.753	300998.539
FIM:	19.000+14.334	8094756.322	300925.342

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

13.000+0.000	8094870.592	300995.968
14.000+0.000	8094853.580	300985.453
15.000+0.000	8094836.567	300974.938
16.000+0.000	8094819.554	300964.423
17.000+0.000	8094802.541	300953.908



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

18.000+0.000 8094785.528 300943.393

19.000+0.000 8094768.515 300932.879

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	139.226	ÂNGULO:	211° 43' 05.5135"

4.7.4 ALINHAMENTO: RUA MANOEL CAETANO

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000+0.000	8095329.114	300892.913
FIM:	8.000+3.185	8095186.301	300813.958
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	1.000+0.000	8095311.611	300883.236
	2.000+0.000	8095294.108	300873.559
	3.000+0.000	8095276.605	300863.883
	4.000+0.000	8095259.101	300854.206
	5.000+0.000	8095241.598	300844.529
	6.000+0.000	8095224.095	300834.852
	7.000+0.000	8095206.592	300825.175
	8.000+0.000	8095189.089	300815.499

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	163.185	ÂNGULO:	208° 56' 11.2659"

CURVA CIRCULAR

DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	8.000+3.185	8095186.301	300813.958
PI:		8095183.132	300812.206
CC:		8095089.534	300988.989



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

PT: 8.000+10.426 8095179.902 300810.570

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

CARACTERÍSTICAS DA CURVA CIRCULAR

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	02° 04' 28.1646"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	200.000		
DESENVOLVIMENTO:	7.241	TANGENTE:	3.621
FLECHA:	0.033	AFASTAMENTO:	0.033
COMPRIM. CORDA:	7.241	AZIMUTE CORDA:	207° 53' 57.1836"
δ20:	02° 51' 53.2403"		

TANGENTE

Descrição	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	8.000+10.426	8095179.902	300810.570
FIM:	21.000+9.581	8094948.711	300693.472
ESTACAS INTERMEDIARIAS:			
	9.000+0.000	8095171.361	300806.244
	10.000+0.000	8095153.519	300797.207
	11.000+0.000	8095135.677	300788.170
	12.000+0.000	8095117.835	300779.133
	13.000+0.000	8095099.993	300770.097
	14.000+0.000	8095082.151	300761.060
	15.000+0.000	8095064.309	300752.023
	16.000+0.000	8095046.467	300742.986
	17.000+0.000	8095028.625	300733.949
	18.000+0.000	8095010.783	300724.912
	19.000+0.000	8094992.942	300715.876
	20.000+0.000	8094975.100	300706.839
	21.000+0.000	8094957.258	300697.802

CARACTERÍSTICAS DA TANGENTE

TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	259.155	ÂNGULO:	206° 51' 43.1013"



4.8 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características altimétricas dos alinhamentos projetados.

4.8.1 ALINHAMENTO: RUA MANOEL DE MELO FRANCO

<u>RAMPA</u>		
Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.000	705.512
FIM:	12.000+7.136	699.105
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	1.000+0.000	704.994
	2.000+0.000	704.475
	3.000+0.000	703.957
	4.000+0.000	703.438
	5.000+0.000	702.920
	6.000+0.000	702.401
	7.000+0.000	701.883
	8.000+0.000	701.364
	9.000+0.000	700.846
	10.000+0.000	700.327
	11.000+0.000	699.809
	12.000+0.000	699.290

<u>CARACTERÍSTICAS DA RAMPA</u>		
TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	247.136	
GRADE:	-2.592%	

4.8.2 ALINHAMENTO: RUA PINHEIRO CHAGAS

<u>RAMPA</u>		
Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.765	691.782
FIM:	23.000+16.678	708.044
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	1.000+0.000	692.439
	2.000+0.000	693.123



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

3.000+0.000	693.806
4.000+0.000	694.490
5.000+0.000	695.173
6.000+0.000	695.856
7.000+0.000	696.540
8.000+0.000	697.223
9.000+0.000	697.907
10.000+0.000	698.590
11.000+0.000	699.273
12.000+0.000	699.957
13.000+0.000	700.640
14.000+0.000	701.323
15.000+0.000	702.007
16.000+0.000	702.690
17.000+0.000	703.374
18.000+0.000	704.057
19.000+0.000	704.740
20.000+0.000	705.424
21.000+0.000	706.107
22.000+0.000	706.791
23.000+0.000	707.474

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	475.913	
GRADE:	3.417%	

4.8.3 ALINHAMENTO: RUA RIO GRANDE DO SUL

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.000	690.893
FIM:	2.000+2.500	688.279



ESTACAS INTERMEDIARIAS:

1.000+0.000	689.663
2.000+0.000	688.433

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	42.500	
GRADE:	-6.151%	

CURVA VERTICAL CÔNCAVA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	2.000+2.500	688.279
PIV:	3.000+0.000	687.202
FIM:	3.000+17.500	686.791



ESTACAS INTERMEDIARIAS:

3.000+0.000 687.369

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-6.151%	
RAMPA POSTERIOR:	-2.348%	
COMPRIMENTO:	35.000	
K:	9.203	
e:	0.166	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	3.000+17.500	686.791
FIM:	12.000+2.500	682.917

ESTACAS INTERMEDIARIAS:

4.000+0.000 686.733
5.000+0.000 686.263
6.000+0.000 685.793
7.000+0.000 685.324
8.000+0.000 684.854



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

9.000+0.000	684.384
10.000+0.000	683.915
11.000+0.000	683.445
12.000+0.000	682.975

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	165.000	
GRADE:	-2.348%	

CURVA VERTICAL CONVEXA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	12.000+2.500	682.917
PIV:	13.000+0.000	682.506
FIM:	13.000+17.500	681.681
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	13.000+0.000	682.402

CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA

TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-2.348%	
RAMPA POSTERIOR:	-4.714%	



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

COMPRIMENTO: 35.000
K: 14.793
e: -0.104

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	13.000+17.500	681.681
FIM:	19.000+14.336	676.173
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	14.000+0.000	681.563
	15.000+0.000	680.620
	16.000+0.000	679.677
	17.000+0.000	678.734
	18.000+0.000	677.791
	19.000+0.000	676.848

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	116.836	
GRADE:	-4.714%	



4.8.4 ALINHAMENTO: RUA MANOEL CAETANO

<u>RAMPA</u>		
Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	0.000+0.000	703.814
FIM:	6.000+0.000	700.643
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	1.000+0.000	703.286
	2.000+0.000	702.757
	3.000+0.000	702.229
	4.000+0.000	701.700
	5.000+0.000	701.171

<u>CARACTERÍSTICAS DA RAMPA</u>		
TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	120.000	
GRADE:	-2.643%	

<u>CURVA VERTICAL CONVEXA</u>		
Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	6.000+0.000	700.643
PIV:	11.000+0.000	698.000
FIM:	16.000+0.000	694.112
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	7.000+0.000	700.102

<u>CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA</u>		
TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-2.643%	
RAMPA POSTERIOR:	-3.888%	
COMPRIMENTO:	200.000	
K:	160.622	
e:	-0.311	

<u>RAMPA</u>		
Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	16.000+0.000	694.112
FIM:	21.000+9.581	689.852
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	12.000+0.000	697.023



13.000+0.000	696.333
14.000+0.000	695.617
15.000+0.000	694.877
16.000+0.000	694.112
17.000+0.000	693.334
18.000+0.000	692.557
19.000+0.000	691.779
20.000+0.000	691.002
21.000+0.000	690.224

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	109.581
GRADE:	-3.888%

4.1 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

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

I. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

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



II. SERVIÇOS INICIAIS

Demolições, Desmatamento e limpeza de vegetação

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

Mobilização, desmobilização e implantação do canteiro de obras

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

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

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

- Disposição dos esgotos sanitários em fossas sépticas, instaladas a distâncias seguras de poços de abastecimento d'água e de talvegues naturais;
- Existência de dispositivos de filtragem e contenção de óleos e graxas oriundas da lavagem/limpeza/manutenção de equipamentos na oficina;
- Em toda área do canteiro de obras deverá ser executada uma drenagem que encaminhe as águas superficiais para uma bacia de decantação de forma que as mesmas, ao saírem desta para os talvegues naturais, estejam livres de materiais em suspensão.

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

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



Sinalização e Desvio de Obras

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

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

Locação da obra

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

Fornecimento de materiais

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



5 PROJETO DE 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.

5.1 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.

- **COLCHÃO DE REGULARIZAÇÃO:** é camada de material granular que pode ser executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado, e que tem como finalidade regularizar a superfície que irá receber as peças pré-moldadas de concreto distribuindo-os adequadamente e de forma regular.
- **PAVIMENTO INTERTRAVADO:** é um tipo de revestimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de revestimento constituída por peças de concreto sobreposta a uma camada de areia e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento (areia). As peças de concreto são componentes pré-moldados de concreto, utilizados como material de revestimento em pavimento intertravado. Os pisos intertravados de concreto são de fácil instalação e também ajudam no processo de absorção de água.

5.2 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 intertravado – a ser executado com revestimento de blocos pré-moldados de concreto, camadas de colchão de areia, base, sub-base e sub-leito;

A utilização de blocos intertravados de concreto para pavimentação se dá principalmente em parques, praças, pátios, calçadas e ruas, devido às suas características, dentre elas: o baixo custo de manutenção, remoção da área pavimentada, tráfego imediato de pessoas e veículos após sua execução sem a necessidade de aguardar o tempo de cura, a mão de obra não precisa ser especializada pois assentamento das peças é feito com muita facilidade, além de existir uma grande diversidade de cores e formatos.

Os blocos intertravados podem variar de espessura, entre 6 cm e 10 cm. As peças de 6 cm são usadas onde o tráfego é leve, como por exemplo calçadas de passeio e praças, em ruas, onde o



tráfego é mais intenso são utilizados blocos de 8 cm e os de 10 cm são usados onde o tráfego é muito pesado.

5.3 ESTUDO DE CAPACIDADE DE SUPORTE (ENSAIO DE CBR / ISC)

Para o dimensionamento do pavimento, determinação da espessura total deste, deve-se considerar a capacidade de suporte do subleito e dos materiais que irão compor as camadas do pavimento. Tradicionalmente, utiliza-se o ensaio de suporte Califórnia, que fornece o índice de suporte Califórnia (ISC), indicado comumente pelas letras CBR (Califórnia Bearing Ratio). Esse ensaio foi concebido pelo Departamento de Estradas de Rodagem da Califórnia (USA) para avaliar a resistência dos solos. No Brasil, o ensaio é padronizado pelas normas ABNT 9895 e DNER-ME 049/94.

No ensaio de CBR, é medida a resistência à penetração de uma amostra saturada compactada segundo o método Proctor. O valor da resistência à penetração é computado em porcentagem, sendo que 100% é o valor correspondente à penetração em uma amostra de brita graduada de elevada qualidade que foi adotada como padrão de referência.

Para o cálculo do valor do índice de suporte Califórnia é adotado o maior dos valores obtidos para as pressões lidas (se a curva não apresenta inflexão) ou corrigidas nas penetrações de 2,54 mm e de 5,08 mm no relógio comparador da prensa. O valor do CBR é dado pela equação:

$$ISC \text{ ou } CBR = \frac{\textit{Pressão Calculada (lida) ou Pressão Corrigida}}{\textit{Pressão padrão}} \times 100$$

A pressão padrão para as penetrações de 2,54 e de 5,08 são aquelas obtidas para a amostra de brita graduada de alta qualidade que foi utilizada como padrão de referência e apresenta CBR = 100%.



5.4 DIMENSIONAMENTO – PAVIMENTO INTETRAVADO

A pavimentação urbana com revestimento em blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland constitui-se em alternativa estrutural de pavimento de modelo flexível, apresentando algumas vantagens em relação aos modelos com maior rigidez.

O pavimento com blocos pré-moldados representa uma versão moderna e com grandes aperfeiçoamentos dos antigos calçamentos, efetuados com blocos de cantaria (paralelepípedos), notando-se evolução destacada na forma, em planta, dos blocos e no seu processo de fabricação.

Quanto as formas do bloco, são definidas de maneira a produzir boa transferência de carga entre o que estiver sendo carregado e os adjacentes, por meio do contato entre faces (intertravamento) sendo que a estrutura irá trabalhar de maneira satisfatória, onde se processa um alívio de tensões transmitidas ao subleito e as camadas do pavimento.

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

- **Pavimento Intertravado**

De acordo com a Instrução de Projeto “IP-06 - Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto” da SIURB/SP, os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, que utilizam, basicamente, dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via é determinada em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão, respeitando as seguintes considerações:

- a) Procedimento A (ABCP/ET-27)

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego leve com "N" típico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando, portanto, estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B.
- Vias de tráfego meio pesado a pesado com "N" típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.



b) Procedimento B (PCA - Portland Cement Association)

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

O Quadro 6.2 ilustra a aplicação dos procedimentos descritos.

Tabela 3 - Procedimentos de dimensionamento de pavimento intertravado.

PROCEDIMENTO	TIPO DE TRÁFEGO			
	L	M	MP	P
A	1ª p	2ª p	1ª p	1ª p
B	2ª p	1ª p	1ª p	2ª p

Portanto, considerando o tráfego característico de $N = 1 \times 10^3$ e adotando o CBR de projeto $\geq 20\%$ para a camada de subleito.



5.5 QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS

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

Tabela 4 - Espessuras do Pavimento

Alinhamentos	Entre Estacas		Revestimento (Cm)	Camada de Assentamento (Cm)	Base (Cm)	Sub-base (Cm)	Subleito (Cm)
			Intertravado	Colchão de Areia	Bica Corrida	Bica Corrida	Regularização
			-	-	CBR \geq 80%	CBR \geq 20%	CBR \geq 20%
			-	-	Proctor Modificado	Proctor Intermediário	Proctor Normal
Rua Manoel de Melo Franco	Est. 0+0,00	Est. 12+7,14	8,00	5,00	15,00	15,00	Até 20,00 no máx
Rua Pinheiro Chagas	Est. 0+0,00	Est. 23+16,68	8,00	5,00	15,00	15,00	Até 20,00 no máx
Rua Rio Grande do Sul	Est. 0+0,00	Est. 19+14,33	8,00	5,00	15,00	15,00	Até 20,00 no máx
Rua Manoel Caetano	Est. 0+0,00	Est. 21+9,58	8,00	5,00	15,00	15,00	Até 20,00 no máx



5.6 SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO

Figura 6 – Seção Típica - Plataforma Total em Tangente com caimento para os dois lados

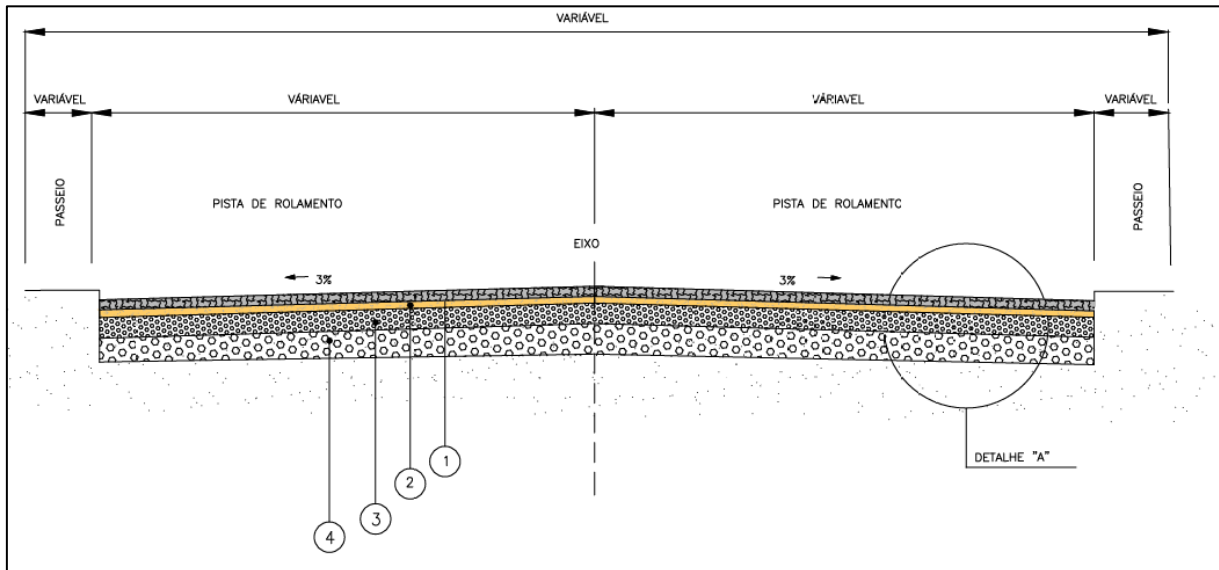
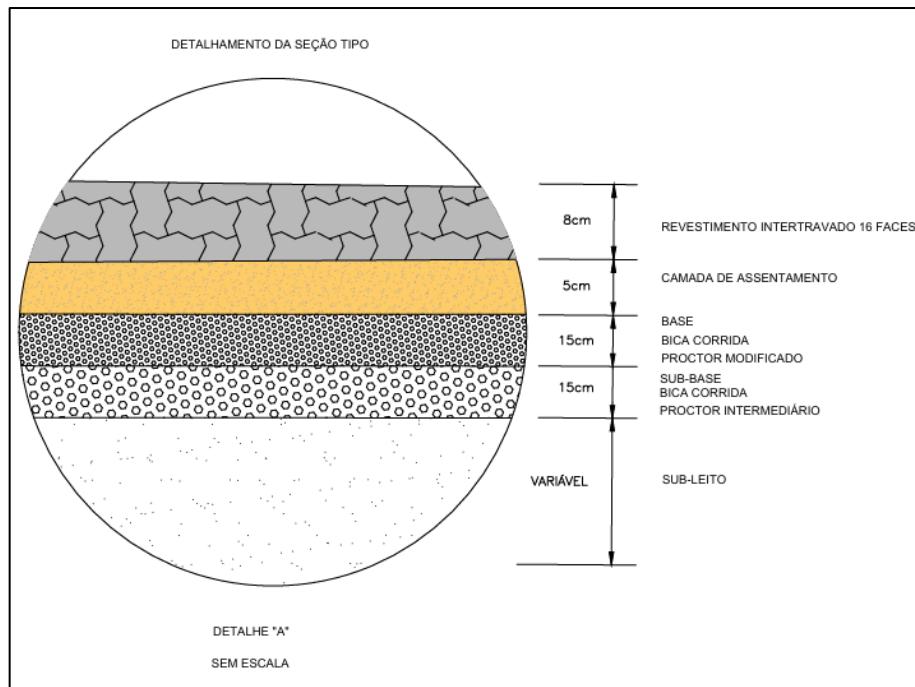


Figura 7 – Detalhamento Seção Tipo





5.7 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

5.7.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

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



5.7.2 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 nº 10 (2 mm) deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65 %. O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.
- O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:
 - $ISC \geq 60\%$ para $N \leq 5 \times 10^6$;
 - $ISC \geq 80\%$ para $N > 5 \times 10^6$.
- Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.
 - LL (limite de liquidez) $\leq 40\%$;
 - IP (índice de plasticidade) $\leq 15\%$
- Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).



VIII. EXECUÇÃO

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

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

IX. CONTROLE TECNOLÓGICO

CONTROLE TECNOLÓGICO

Determinações da massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m na pista ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada; Uma determinação do teor de umidade no mínimo a cada 100 m ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g; 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.

5.7.3 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 nº 10 (2 mm) deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65 %. O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.



- O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:
 - $ISC \geq 60\%$ para $N \leq 5 \times 10^6$;
 - $ISC \geq 80\%$ para $N > 5 \times 10^6$.
- Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.
 - LL (limite de liquidez) $\leq 40\%$;
 - IP (índice de plasticidade) $\leq 15\%$
- Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).

IV. EXECUÇÃO

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

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

V. CONTROLE TECNOLÓGICO

CONTROLE TECNOLÓGICO



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

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

CONTROLE GEOMÉTRICO

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



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

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

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

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

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

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

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

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E ACEITAÇÃO

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



5.7.4 CAMADA DE ASSENTAMENTO - COLCHÃO DE AREIA

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.

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

II. MATERIAIS

- **Colchão de Areia**

A areia destinada à execução do colchão para o apoio das peças pré-moldadas de concreto deverá atender a norma DNER-EM 038.

III. PROCEDIMENTO EXECUTIVO

- **Colchão de Areia**



A areia destinada à execução do colchão para o apoio das peças pré-moldadas de concreto deverá atender a norma DNER-EM 038.

Deve ser feita a regularização da base existente (limpeza, nivelamento e compactação), para aplicação do pavimento intertravado.

Para assentamento dos blocos deverá ser colocado sobre a base um colchão de areia, que após compactado deverá ter espessura uniforme. O confinamento do colchão de areia será feito pelas guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste tipo de pavimento.

Conforme o Caderno Técnico de composições para pavimentos intertravados do Sinapi, após a execução da regularização base existente, inicia-se a execução do pavimento intertravado com a camada de assentamento, que é feita pelas seguintes atividades sequencialmente:

- Lançamento e espalhamento da areia na área do pavimento;
- Execução das mestras paralelamente a contenção principal nivelando-as na espessura da camada conforme especificação de projeto;
- Nivelamento do material da camada de assentamento com régua metálica.

IV. CONTROLE TECNOLÓGICO

É recomendado utilizar para o colchão de areia, areia com uma fração de silte < 5,0 % e no máximo 10 % de material retido na peneira 4,8 mm. A granulometria recomendada é apresentada na Tabela abaixo:

Tabela 5 - Granulometria da areia para o colchão de areia para pavimento

Abertura da peneira (mm)	% que passa em massa
9,5	100
4,8	95 - 100
1,2	50 - 86
0,6	25 - 60
0,3	10 - 30
0,15	0,5 - 15
0,0075	0 - 10



5.7.5 REVESTIMENTO – INTERTRAVADO DE 16 LADOS

V. 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.

VI. MATERIAIS

Consiste em camadas de pedras regulares com diversos formatos e dimensões, as suas faces laterais podem ser retas, curvilíneas ou poliédricas, assentadas e comprimidas sobre um colchão de regularização constituído de areia ou pó de brita com espessura média de 5 cm.

- **Bloco Intertravado 16 faces**

Blocos de concreto pré-fabricados, com 16 faces, com 8cm de espessura, e lados de dimensões variadas definidas de acordo com a disponibilidade ou viabilidade econômica e de transporte na região.



Figura 8 – Pavimento Intertravado 16 faces

NOTA:

Os blocos hexagonais removidos serão encaminhados ao depósito de obras públicas da Prefeitura, para posterior utilização em outras obras.

Todos os blocos das vias serão substituídos pelo intertravado 16 faces.

- **Juntas**

O material de preenchimento de juntas pode ser definido como, lascas de pedra britada, pó de pedra ou areia que compõe o colchão de regularização.

VII. EXECUÇÃO

Terminada a camada de assentamento na sequência dá-se início a camada de revestimento composto por pavimento intertravado que deverá ser espalhado manual ou mecanicamente sobre o colchão de regularização de maneira uniforme na espessura de projeto, executado pelas seguintes atividades:

- Marcação para o assentamento, feito por linhas-guia ao longo da frente de serviço;
- Para garantir que os alinhamentos desejados sejam alcançados durante a execução de um pavimento, o assentamento das peças deve seguir a orientação de fios guias previamente fixados, tanto no sentido da largura quanto do comprimento da área. Os



firos devem acompanhar a frente de serviço à medida que ela avança. Os serviços devem ser regularmente verificados por meio de linhas guias longitudinais e transversais a cada 5 metros. Os eventuais desajustes quase sempre podem ser corrigidos sem a necessidade de remover os blocos, usando-se alavancas para restaurar o desejado padrão de colocação. Tais correções devem ser feitas antes do rejuntamento e da compactação inicial do pavimento, tomando-se o cuidado para não danificar os blocos de concreto.

- Assentamento das pedras mestras que servirão de referência para o assentamento das demais. As pedras mestras deverão ser assentadas com espaçamento de cerca de 1,5 m a 2 m no sentido transversal da via, a partir do eixo e de 4 m no sentido longitudinal. Desta maneira forma-se um reticulado que facilitará o trabalho de assentamento, evitando desvios em relação aos elementos do projeto.
- Assentamento das demais peças de concreto conforme o padrão definido no projeto, com as faces de rolamento, cuidadosamente escolhidas pelo calceteiro, fixadas para cima. As pedras deverão ficar entrelaçadas, de modo que não coincidam as juntas vizinhas, e que as faces superiores não apresentem saliências acentuadas, uma em relação às outras;
- Ajustes e arremates do canto com a colocação de blocos cortados. Quando a via não possuir meios-fios, o acabamento lateral do revestimento será executado com cordões ou peças de rocha ou concreto, com seção retangular ou trapezoidal, destinadas a serem assentadas com a face superior coincidindo com a superfície de rolamento dos poliedros, com a finalidade de proteger os bordos do pavimento. As dimensões dos cordões serão estabelecidas no projeto, podendo ser utilizadas as peças de meio-fio pré-moldadas.;
- Rejuntamento por preenchimento das juntas. As juntas maiores serão preenchidas com lascas de pedras, pó de pedra ou areia e as menores com o material de enchimento e fixação. Em se tratando dos intertravados, poderão ser utilizadas misturas betuminosas ou com argamassa de cimento Portland. utilizando pó de pedra;
- Após o assentamento das pedras, deverá ser espalhada sobre elas, uma camada de material de enchimento, com 2 cm de espessura, forçando-se a penetração desse material nas juntas dos blocos, por meio de vassourões adequados ou irrigação, em quantidade que não carreie o material, mas apenas facilite a penetração nas juntas.
- Compactação final que proporciona o acomodamento das peças na camada de assentamento. A compactação das partes inacessíveis aos rolos compactadores deverá ser executada por meio de soquetes manuais adequados. Qualquer irregularidade ou



depressão que venha a surgir durante a compactação, deverá ser prontamente corrigida, removendo e recolocando os poliedros com maior ou menor adição do material de assentamento, em quantidade suficiente à total correção do defeito.

Recomendações:

- Deverão ser executadas, nos cruzamentos, fileiras de guias transversais à pista de rolamento das vias secundárias, paralelamente ao eixo da via principal obedecendo o nivelamento do revestimento.
- A rolagem deverá progredir, nas tangentes, das bordas para o centro, paralelamente ao eixo da pista, de modo uniforme e cada passada atingirá a metade da outra faixa de rolamento até completa fixação do calçamento, isto é, até quando não se observar mais movimentação alguma das pedras pela passagem do rolo. Nos trechos em curva a progressão do rolo deverá ser do bordo interno da curva para o bordo externo.
- As águas pluviais deverão ser desviadas por meio de valetas provisórias e o tráfego deverá ser proibido sobre a pista cujo pavimento estiver em construção.

VIII. CONTROLE TECNOLÓGICO

A colocação dos blocos é uma das atividades mais importantes de toda a construção do pavimento, pois é responsável, em grande parte, por sua qualidade final. Dela dependerão níveis, alinhamentos do padrão de assentamento, regularidade da superfície, largura das juntas etc., que são fundamentais para o bom acabamento e a durabilidade do pavimento. Como é uma atividade manual, da qual participam muitas pessoas, é importante ter dela um controle rigoroso.

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.

5.7.6 VIGA DE TRAVAMENTO

A viga de travamento do pavimento é uma estrutura linear em concreto armado executada normalmente nas bordas do pavimento, entre trechos de diferentes materiais ou junto a dispositivos de drenagem e meio-fio, com o objetivo de garantir estabilidade lateral e uniformidade da base e do revestimento.

Funções principais:



Conter o deslocamento lateral das camadas de base e revestimento (evita o “espalhamento” do material granular).

Servir de elemento de amarração entre o pavimento e estruturas como calçadas, meios-fios, canaletas ou sarjetas.

Melhorar o confinamento do material do pavimento, aumentando sua durabilidade.

Auxiliar na drenagem, quando associada a canaletas ou dispositivos de escoamento superficial.

Características construtivas típicas:

Material: Concreto $f_{ck} \geq 20$ MPa (ou conforme projeto estrutural).

Seção transversal: Geralmente retangular, com dimensões típicas de 15 a 30 cm de largura e 20 a 40 cm de altura, dependendo do tipo de pavimento.

Armadura: Barras longitudinais e estribos espaçados, conforme cálculo estrutural.

Posicionamento: Ao longo das bordas do pavimento, transversalmente entre placas (em pavimentos rígidos) ou em pontos de transição.

Aplicação:

Em um pavimento intertravado, a viga de travamento é essencial — executada em concreto armado nas bordas — para evitar o deslocamento dos blocos e garantir o travamento do conjunto.

5.7.7 REMOÇÃO VIGA DE TRAVAMENTO

A remoção manual de calçamentos históricos (paralelepípedos, pedras portuguesas, lajes de pedra, etc.) em conjuntos tombados exige métodos minuciosos para garantir a preservação do material para reaproveitamento e, fundamentalmente, evitar vibrações que danifiquem as fundações das edificações lindeiras.

1. Métodos de Remoção Manual

- Levantamento Fila a Fila: As pedras devem ser removidas em fileiras organizadas, começando geralmente de uma extremidade ou de um ponto de borda livre (como a sarjeta), evitando a quebra de cantos e arestas das peças.



- **Desagregação com Ferramentas Manuais:** Utilizar alavancas manuais de ferro, picaretas leves, ponteiros e marretas de borracha/madeira para soltar o rejunte e a peça, minimizando o impacto direto na pedra.
- **Remoção de Rejunte de Argamassa:** Se o calçamento for assentado com argamassa rígida, a remoção deve ser feita com ponteiro e marreta, ou corte com serra diamantada de baixa vibração, separando as pedras sem forçar a estrutura do calçamento adjacente.
- **Uso de Massa Expansiva (Alternativa sem Vibração):** Em casos de calçamentos com argamassa extremamente aderida, pode-se utilizar massa expansiva (agente quebrador) em perfurações estratégicas para fragmentar a argamassa sem gerar vibrações.

2. Preservação das Peças (Reaproveitamento)

- **Identificação e Classificação:** As peças retiradas devem ser limpas da argamassa/areia antiga, identificadas quanto à procedência e classificadas por tamanho e estado de conservação.
- **Armazenamento Adequado:** Empilhar as pedras em locais protegidos, evitando contaminação por óleo, cimento ou outros materiais de obra, empilhando de forma organizada para evitar quebra.

3. Mitigação de Danos às Edificações (Vibração)

- **Proibição de Maquinário Pesado:** É terminantemente proibido o uso de martelos pneumáticos, retroscavadeiras com rompedor ou rolos compactadores vibratórios pesados nas proximidades de edificações históricas.
- **Abertura de Trincheiras Manuais:** A remoção do leito e da base (chão) deve ser realizada manualmente, camada por camada.
- **Monitoramento Estrutural:** Em áreas de alto risco, recomenda-se a instalação de testemunhos de fissuras nas edificações tombadas para monitorar se a atividade está gerando movimentações estruturais.

4. Proteção da Infraestrutura

- **Áreas de borda:** A separação entre o calçamento e o meio-fio ou a base das casas deve ser feita com especial cuidado para não destacar rebocos ou lajes das construções.

Nota: A intervenção em conjuntos tombados deve sempre ser autorizada e supervisionada por técnicos especializados e pelo órgão de proteção ao patrimônio



6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização obedeceu às determinações do Decreto 73.696 de 28/02/74 (Código Nacional de Trânsito) e às resoluções 599 de 28/07/82 e 666 de 28/01/86 (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.

6.1 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 IV A.

Após análise das placas existentes a consultora optou por manter as placas existentes que atualmente se encontram em bom estado e substituir as placas que apresentam algum nível de deterioração. Salientamos que na época de execução da obra deverá ser feita uma nova avaliação das placas existentes.

6.2 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.



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA



6.2.1 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

R-1 — 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.



R-3 – Sentido Proibido

Assinala ao condutor a proibição de seguir em frente ou entrar na pista ou área restringida pelo sinal. Deve ser utilizado quando em determinada pista ou área, a partir de certo ponto, não é mais permitida a circulação no sentido que vinha sendo praticado



R-4a – Proibido virar á esquerda

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



R-4b – Proibido virar á direita

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



R-25d – Siga em frente ou a direita

Assinala ao condutor do veículo que os movimentos de circulação permitidos são somente os indicados. Deve ser utilizado em interseções, quando for necessário assinalar ao condutor do veículo os movimentos permitidos, nas situações em que houver necessidade de reforçar a mensagem dos sinais de movimento de circulação proibidos, obrigatórios ou de restrição de trânsito por espécie e categoria de veículo, por problemas de visibilidade desses sinais.





R-6a – Proibido Estacionar

Assinala ao condutor que é proibido o estacionamento de veículos. Deve ser utilizado sempre que o estacionamento de veículo for considerado prejudicial, por motivo de segurança, visibilidade, fluidez ou quando estudos de engenharia indicarem a necessidade da restrição.



R-6c – Proibido Parar e Estacionar

Assinala ao condutor que é proibido a parada e estacionamento de veículos. Deve ser utilizado em locais onde, por motivos de segurança e/ou fluidez do tráfego, é necessário que se impeça a parada e o estacionamento de veículos



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.
















6.3 QUANTITATIVOS E MATERIAIS

6.3.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA PINHEIRO CHAGAS

- Quantitativos:

 Placas		
Placa	Código	Qtd (un)
	R-19.4	3
	R-1	4
	R-25d	1
	R-4b	1
	R-4a	1
	R-6a	4
	R-3	1
	R-6c	1

 Suportes		
Suporte	Tipo	Qtd (un)
	Coluna Simples	16

- Especificação dos materiais:




FORNECIMENTO							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
Aço	2,935	Tipo I	2,935	Tipo I	0,8805	Coluna Simples	16


SERVIÇO			
Implantação de Placa		Implantação de Suporte	
Em Suporte:	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)
Coluna Simples	16	Coluna Simples	16



6.3.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA MANOEL DE MELO FRANCO

- Quantitativos:

Placas		
Placa	Código	Qtd (un)
	R-19.4	2
	R-3	1
	R-6C	1

Suportes		
Suporte	Tipo	Qtd (un)
	Coluna Simples	4


- Especificação dos materiais:


FORNECIMENTO							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
Aço	0,284	Tipo I	0,284	Tipo I	0,0852	Coluna Simples	4

SERVIÇO			
Implantação de Placa		Implantação de Suporte	
Em Suporte:	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)
Coluna Simples	4	Coluna Simples	4

6.3.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA RIO GRANDE DO SUL

- Quantitativos:

Placas		
Placa	Código	Qtd (un)
	R-19.4	4

Suportes		
Suporte	Tipo	Qtd (un)
	Coluna Simples	4



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
Aço	0,284	Tipo I	0,284	Tipo I	0,0852	Coluna Simples	4

SERVIÇO							
Implantação de Placa		Remoção de Placa		Implantação de Suporte		Remoção de Suporte	
Em Suporte:	Qtd (un)	De Suporte:	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)
Coluna Simples	4	Coluna Simples	2	Coluna Simples	4	Coluna Simples	1

6.3.4 SINALIZAÇÃO VERTICAL – RUA MANOEL CAETANO

- Quantitativos:

Placas		
Placa	Código	Qtd (un)
	R-19.4	2
	R-1	1
	R-3	1

Suportes		
Suporte	Tipo	Qtd (un)
	Coluna Simples	4

- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
Aço	0,986	Tipo I	0,986	Tipo I	0,2958	Coluna Simples	4

SERVIÇO					
Implantação de Placa		Remoção de Placa		Implantação de Suporte	
Em Suporte:	Qtd (un)	De Suporte:	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)
Coluna Simples	4			Coluna Simples	4



6.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

6.4.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

O “DNIT 101/2009-ES - Segurança no tráfego rodoviário - Sinalização vertical.” define a sistemática a ser adotada na execução da 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:



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

- 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.



7 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:

7.1 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAL DE EMPRÉSTIMO

O material necessário da terraplenagem das vias que for utilizado para aterro será coletado a um local em um raio de 15km próximo ao local da execução da obra.

7.2 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: 15,00km.



7.3 BLOCO 16 FACES

Para fornecimento de Bloco 16 faces para as obras confecção da camada de revestimento do pavimento.

Pré Moldados e Construtora São Francisco

Rua Esmeralda Salustiano Pereira 55, Cidade Nova, Paracatu – MG

Telefone: (38) 99829-7815

A distância média da ocorrência até o projeto foi de 2,16 km.





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



10 ANEXO I – PLANILHA DE QUANTIDADES

[PRJ-71962-EXE-QNT-0101-REV06.pdf](#)