

**MEMORIAL DESCRITIVO PARA
IMPLANTAÇÃO DE OBRA
PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADA
VICINAL ACESSO BAIRRO
CARNEIROS COM RODOVIA
MUNICIPAL LMG-838**



**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA AS OBRAS DE
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ESTRADA VICINAL DE ACESSO
BAIRRO CARNEIROS A RODOVIA MUNICIPAL LMG-838 NO
MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DA UNIÃO/MG**

Obra:	PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADA VICINAL
Trecho:	ACESSO BAIRRO CARNEIROS A RODOVIA MUNICIPAL LMG-838
Extensão:	410,405 km
Lote:	Único
Responsável:	PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO
Fiscalização:	AGENTES PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO
Endereço:	BAIRRO CARNEIROS, DISTRITO BIGUATINGA, SÃO PEDRO DA UNIÃO-MG
Município:	SÃO PEDRO DA UNIÃO-MG



1. APRESENTAÇÃO

ESTE MEMORIAL DESCRITIVO, traz informações técnicas referente a Execução dos Serviços de Elaboração do Projeto Executivo de Engenharia para as obras de Implantação e Pavimentação De Estrada Vicinal de Acesso Bairro Carneiro a Rodovia Municipal LMG-838, com extensão aproximada de 410,405 km.

1.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Atualmente a estrada existente possui leito natural em terra e possui grande fluxo de veículos no sentido A RODOVIA lmg-838 (Trecho da rodovia que liga Distrito Biguatinga aos municípios, São Pedro da União/MG e Guaxupé/MG). A pavimentação deste trecho irá trazer mais segurança aos moradores do bairro, além de ajudar no escoamento da produção agrícola da região.

Durante a execução do projeto de pavimentação em C.B.U.Q., foi mantido o traçado original da estrada, ajustando o máximo possível dentro da área disponível, e mudado o perfil longitudinal através das obras de terraplanagem.

1.2 ADMINISTRAÇÃO LOCAL

A Administração local para a obra, composto por engenheiro civil pleno, encarregado geral administrativo, vigia, topografo e auxiliar de topografo. A seguir é apresentado as responsabilidades dos agentes:

Engenheiro Civil: O engenheiro civil desempenha um papel crucial na supervisão e gerenciamento geral da obra de pavimentação asfáltica. Suas responsabilidades incluem o planejamento da obra, a coordenação das equipes envolvidas, o controle de qualidade dos materiais e do trabalho realizado, garantindo que todas as normas e regulamentos sejam seguidos, além de lidar com questões técnicas e administrativas que possam surgir durante o processo.

Encarregado Geral: O encarregado geral é responsável por coordenar as atividades diárias da obra. Ele supervisiona as equipes de trabalho, garante que os prazos sejam



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO

JOÃO FERREIRA BARBOSA, 46 - BAIRRO CENTRO SÃO PEDRO DA UNIÃO- CEP 37855-000

FONE: 0800 035 1266 CNPJ: 18.666.172/0001-64

cumpridos, controla o uso de materiais e equipamentos, e relata o progresso da obra ao engenheiro civil. Ele atua como ponto focal para comunicação entre os diferentes setores da obra.

Topógrafo: O topógrafo é responsável por realizar a locação antes e durante a obra. Isso inclui a medição e marcação precisa do terreno, determinando as elevações e coordenadas necessárias para garantir a correta instalação da pavimentação asfáltica. Eles também podem auxiliar na definição de pontos de referência para garantir a precisão do trabalho.

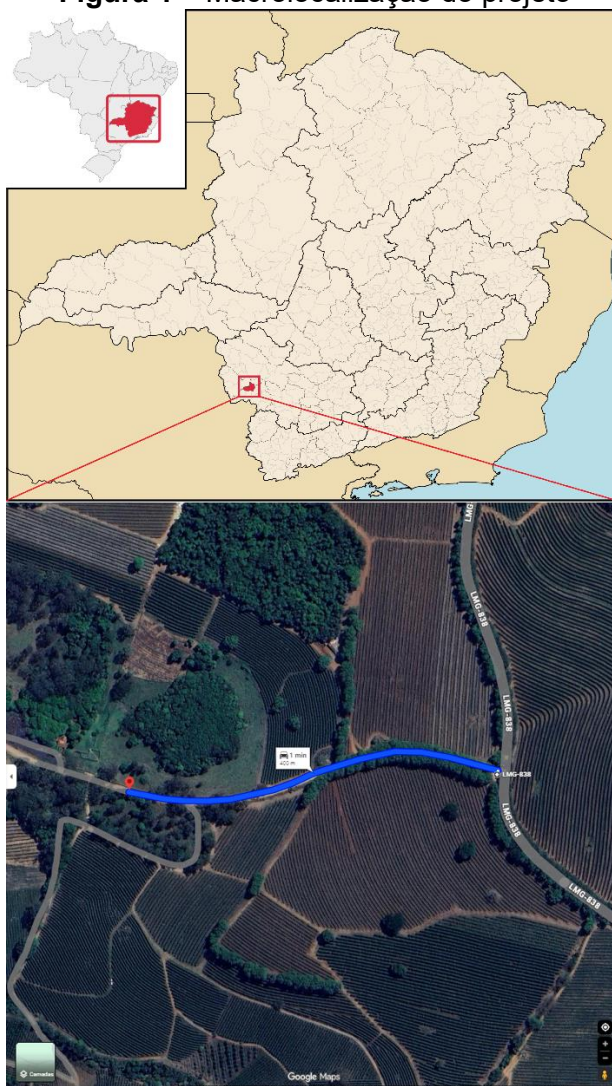
Auxiliar de Topógrafo: O auxiliar de topógrafo apoia o topógrafo principal em suas atividades. Isso pode incluir a preparação de equipamentos, a realização de medições simples, o transporte de materiais e a execução de tarefas administrativas relacionadas aos levantamentos topográficos.

2. MAPA DE SITUAÇÃO

A **Estrada Vicinal** que conecta o Bairro Carneiros à rodovia municipal LMG-838 constitui um bem de uso comum do povo, integrado ao patrimônio público do **Município de São Pedro da União/MG**. Seu traçado inicia-se nas coordenadas **latitude 21°11'13,99"S e longitude 46°42'14,54"O**, estendendo-se até o ponto final localizado em **latitude 21°11'14,55"S e longitude 46°42'28,40"O**.

Essa via desempenha papel fundamental na circulação local, promovendo o acesso dos moradores do Bairro Carneiros à LMG-838 e facilitando o deslocamento de pessoas, bens e serviços dentro do território municipal. Além disso, por tratar-se de via pública de natureza vicinal, integra o sistema municipal de transporte, sendo de livre utilização pela coletividade e de responsabilidade administrativa do Município.

Figura 1 – Macrolocalização do projeto





3. ESTUDO TOPOGRÁFICO

3.1 INTRODUÇÃO

Apresentamos a Prefeitura Municipal de São Pedro da União, o Projeto de Engenharia Para Implantação e Pavimentação da Estrada Vicinal de Acesso Bairro Carneiros a Rodovia Municipal LMG-838, com extensão aproximada de 411 km.

Tais estudos tiveram como objetivo a coleta dos dados relativos ao levantamento planimétrico e planialtimétrico/cadastral da área de interesse do projeto, a fim de fornecer os subsídios necessários à elaboração da geometria e demais disciplinas relativas ao projeto.

Os Estudos Topográficos foram realizados em conformidade com a ABNT NBR 13133:2021. Estes levantamentos serão apresentados com precisão compatível com a escalas exigidas.

3.2 LEVANTAMENTO

O levantamento foi executado conforme recomendações da ABNT NBR 13133:2021, utilizando-se técnicas de medição adequadas às características da área rural. Inicialmente foi realizada a visita de reconhecimento, identificando acessos, limites aparentes, elementos naturais e pontos de implantação da poligonal.

A poligonal de apoio foi implantada com 349 vértices, materializados com piquetes e marcos simples, garantindo visibilidade entre os pontos. As medições lineares e angulares foram realizadas com estação total. Para pontos de controle e amarração, foram utilizados receptores GNSS em modo estático/rápido-estático (se aplicável).

A coleta planialtimétrica de detalhes foi realizada a partir da poligonal principal, registrando elementos do terreno: curvas de nível, limites, divisas, estradas, recursos hídricos, edificações e feições de interesse.

Os dados foram descarregados e processados em software específico, com aplicação de métodos de compensação e ajustamento. As coordenadas finais foram geradas no sistema de referência **SIRGAS2000**, projeção UTM.



4. PROJETOS

4.1 PROJETOS DE PLANIALTIMETRICO

A concepção do projeto de Estrada Vicinal, prevê a manutenção do funcionamento operacional, com custo reduzido, com elaboração de traçado, bem como o seu fluxo contínuo de tráfego. O projeto prevê a construção de pista pavimentada, que garanta os dimensionamentos geométricos do projeto e drenagem de corte de aterro.

- **Planimetria:** A Estrada Vicinal, está localizado em perímetro rural do município. Os acessos a pista, foram projetadas de acordo com as normas técnicas do DNIT, considerando uma velocidade de 60 km/h na via principal. Os dispositivos de mudança de velocidade atendem a velocidade diretriz de 60 km/h na rodovia principal, 30 km/h nos ramos de entrada e tapers. A pista de rolamento, foi projetada com 7,00m de pista sem acostamento.

- **Altimetria:** O greide projetado na pista mantiveram quando possível o paralelismo com o greide do terreno natural, realizando as correções necessárias, para garantir a segurança e o fluxo adequado de veículos dos usuários.

4.1.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto executivo foi executado, demonstrando os seguintes elementos:

- Planta desenhada conforme escala adequada a visualização.

Os demais elementos que constituem a apresentação:

- Estaqueamento dos eixos projetados;
- Representação hipsometria do terreno, com indicação das projeções das curvas de nível a cada 1,00 m, abrangendo toda a faixa levantada;
- Posicionamento estacas/vértices implantados;
- Representação das linhas de bordo da plataforma existente (tracejada) e das pistas projetadas (linhas contínuas);
- Linhas de offsets;
- Representação dos pontos notáveis das curvas horizontais;
- Quadros contendo elementos definidores das curvas horizontais;
- Malha de coordenadas com representação do norte verdadeiro.



- Perfil Longitudinal contendo:
- Perfil do terreno natural correspondente aos eixos do projeto;
- Greides projetados, de pavimento acabado, com indicação dos principais elementos definidores das curvas verticais e rampas.

4.2 PROJETOS DE TERRAPLENAGEM

O Projeto Geotécnico e de Terraplenagem compreendeu no cálculo dos volumes de materiais a serem movimentados durante os trabalhos de construção, na seleção destes materiais e nas especificações e orientações técnicas para garantia da estabilidade dos maciços dos aterros, dos taludes dos cortes e os cuidados com o meio ambiente.

4.2.1 VOLUME DE CORTE E ATERRO

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi realizado por meio de processamento eletrônico de dados. As planilhas indicam as áreas de corte e aterro das seções do terrapleno; os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros.

Os elementos fornecidos para o cálculo consistiram em cotas do greide, cotas dos perfis longitudinais e transversais, gabarito das seções transversais adotadas para a terraplenagem e curvas planimétricas com seus desenvolvimentos e raios.

A terraplanagem será feita de acordo com o perfil longitudinal do projeto. A plataforma de terraplanagem terá uma largura de 8,20m. Para cálculo do transporte de solo de corte/aterro compensado. O restante do solo que sobrar, será encaminhado a área de bota-fora, uma área institucional de propriedade da Prefeitura Municipal de São Pedro da União, localizada próximo ao Cemitério do bairro CERRADO. Todo resumo de corte/aterro por seção é parte integrante dos memoriais e projeto.

4.2.2 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

A distribuição de massas teve como finalidade prever a utilização adequada dos materiais escavados, levando-se em consideração os fatores que facilitam a execução, tais como a operação de transporte de materiais em rampas ascendentes, além da maximização da relação custo-benefício na compensação de materiais (corte e aterros).

Para a distribuição de massas foram usadas as seguintes nomenclaturas:



- **Acabamento de Terraplenagem** – é a operação indicada para que se proceda à recomposição nos cortes, até o greide de terraplenagem, quando nestes locais tenha sido recomendada a execução de remoção de material do subleito, substituindo-o por um material selecionado de melhor qualidade e unicamente classificado como sendo de 1ª categoria. SC maior ou igual ao ISC adotado no dimensionamento do pavimento e expansão $\leq 2\%$. As camadas finais dos aterros deverão ser executadas com utilização de solos argilosos selecionados, com espessura total de 60 cm, subdivididas em 3 (três) camadas de 20 cm, compactadas com grau de compactação maior ou igual a 100%, em relação ao Proctor intermediário (DNER-ME 108/2009).

- **Cortes** – são segmentos da rodovia, cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (offsets), que definem o corpo estradal.

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

- **Bota-fora** – é a operação de deposição de materiais escavados em cortes ou em remoções de materiais do subleito, os quais deverão ser lançados e espalhados fora do corpo estradal, quando ocorrer um excesso de volume escavado ou inadequação geotécnica dos materiais.

- **Corpo do Aterro** - Constitui-se das camadas imediatamente inferiores ao acabamento de terraplenagem, admitindo-se na execução do mesmo.

4.2.3 ESPECIFICAÇÕES

Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - executado carregadeira e caminhão basculante de 14 m³ e com caminho de serviço em leito natural - DMT de 1.000 a 1.200 m. Esse serviço será executado para aproveitar o solo escavado em área de aterro necessário, ou seja, corte/aterro compensado.

Durante o lançamento nos locais de aterro, após espalhamento do material (composto no próximo item) deve ser analisado se não há presença de tocos e de vegetação, os mesmos deverão ser removidos.

Alguns critérios devem seguir para execução de corte:

- Somente poderá cortar caso a área esteja desmatada, e destocada, estando sem entulho. Nesse caso, o município é responsável pela limpeza da área, no qual já foi iniciada;



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO

JOÃO FERREIRA BARBOSA, 46 - BAIRRO CENTRO SÃO PEDRO DA UNIÃO - CEP 37855-000

FONE: 0800 035 1266 CNPJ: 18.666.172/0001-64

- Devem seguir a nota de serviços para corte;
- Transporte e deposição adequada dos materiais escavados, neste caso, para compensar nos locais de aterro;
- Caso encontre material de má qualidade, o mesmo não poderá ser utilizado;
- Caso encontre solos com expansão maior que 2% e de baixa capacidade de suporte, o mesmo deve ser removido com camada aproximada de 60cm, para substituição com materiais de boa qualidade.

A sistemática a ser empregada para execução dos serviços de escavação, carga e transporte dos materiais devem seguir as especificações da DNIT 106/2009 (para corte).

Esta especificação aplica-se à execução do aterro, executadas com o próprio solo escavado do greide, sem mistura de materiais conforme projeto executivo.

A 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. Ainda, não podem ser executadas em dias de chuva.

Os materiais a serem utilizados na execução de aterros, devem ser provenientes da execução dos cortes.

Devem atender as seguintes características e execução:

- Ser isento de matérias orgânicas;
- Em corpo de aterro, apresentar capacidade de suporte ISC maior ou igual a 2% e expansão menor ou igual a 4%, sendo a norma para Ensaio de Compactação (DNER-ME 129/94 – método A), e Ensaio de ISC (DNER-ME 49/94 – método);
- Em camadas finais de aterro, deve apresentar a melhor capacidade de suporte e expansão menor ou igual a 2%, determinando o CBR e expansão com as seguintes normas: Ensaio de Compactação (DNER-ME 129/94 – método B) e ISC (DNER-ME 49/94 – método B).
- Camadas de no máximo 30cm para corpo do aterro e 20cm para camadas finais;
- Para corpo do aterro, deve ter umidade ótima de mais ou menos 3%, até obter a massa específica aparente seca correspondendo a 100% da massa específica aparente máxima seca (DNER-ME 129/94 – método A);



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO

JOÃO FERREIRA BARBOSA, 46 - BAIRRO CENTRO SÃO PEDRO DA UNIÃO- CEP 37855-000

FONE: 0800 035 1266 CNPJ: 18.666.172/0001-64

- Para camadas finais, a massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca (DNER-ME 129/94 – método B);
- Caso não atendam as condições mínimas de compactação, deve ser escarificado, homogeneizados e apresentar umidade correta para compactação.

Para aceitação da compactação de aterros, deve apresentar ISC maior ou igual a 10% e expansão menor que 2%, com grau de compactação 100% na energia Proctor Intermediário. A sistemática a ser empregada para execução dos serviços de aterros devem seguir as especificações da DNIT 108/2009.

O serviço de escavação e carga e transporte de material de 1º categoria são executados por pá carregadeira e caminhão basculante, com DTM de até 3km. Pelo item atingir um DTM de até 3km, e o bota-fora ficar a 4,7km, o restante para atingir a área de bota-fora, será no item abaixo.

Alguns critérios devem seguir para execução de corte:

- Somente poderá cortar caso a área esteja desmatada, e destocada, estando sem entulho. Nesse caso, o município é responsável pela limpeza da área, no qual já foi iniciada;
- Devem seguir a nota de serviços para corte;
- Transporte e deposição adequada dos materiais escavados, neste caso, para levar ao bota fora;
- Caso encontre material de má qualidade, o mesmo não poderá ser utilizado;
- Caso encontre solos com expansão maior que 2% e de baixa capacidade de suporte, o mesmo deve ser removido com camada aproximada de 60cm, para substituição com materiais de boa qualidade.

A sistemática a ser empregada para execução dos serviços de escavação, carga e transporte dos materiais devem seguir as especificações acima, referente a norma 106/2009 da DNIT.

Transporte com caminhão em leito natural, de material restante do corte, a ser levado ao bota-fora (próximo ao cemitério do cerrado).



4.3 PROJETOS DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem consiste na implantação de dispositivos de drenagem que se destinam a captar as águas pluviais provenientes das bacias de contribuição, sejam elas localizadas na plataforma da via ou em terrenos a montante, e encaminhá-las adequadamente de modo a não comprometer os elementos do corpo estradal.

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido a partir de premissas técnicas, tendo como base elementos do Projeto Geométrico, como planta, perfil e seções transversais do eixo do trecho em estudo.

Para termos de apresentação dos trabalhos, o projeto foi organizado nos seguintes itens:

- Drenagem superficial;
- Drenagem profunda.

4.3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL

As sarjetas de drenagem foram propostas nos bordos da pista com a finalidade de coletar e transportar as águas escoadas sobre a pista para o terreno natural. Foram indicadas as sarjetas SZC-60/20, padrão DER-MG.

Para que não haja transbordamento da seção, foi realizada a verificação da capacidade das sarjetas de corte e aterros. Geralmente têm formato triangular, trapezoidal ou semicircular por questões de segurança. Nesse caso, a sarjeta triangular deve possuir declividade transversal máxima adjacente ao acostamento de 25%.

A preparação e nivelamento da superfície para construção da canaleta serão realizados utilizando uma retroescavadeira, garantindo que as dimensões planejadas para cada componente sejam alcançadas. Idealmente, os materiais utilizados para as camadas base das sarjetas serão os próprios solos do local ou sobras do processo de pavimentação. Em todas as circunstâncias, a superfície de assentamento deve ser compactada para garantir uma base sólida e uniforme.

O método de execução das sarjetas e valetas será realizado com o uso de gabaritos confeccionados em guias de madeira. O concreto empregado deve atender às normas **ABNT NBR 6118:2023 (Projeto de Estruturas de Concreto)** e **ABNT NBR 12655:2023 (Concreto – Preparo, Controle e Recebimento)**, devendo ser dosado de forma a atingir **resistência característica mínima à compressão (fck) de 20 MPa aos 28 dias**, determinada por métodos racionais e por ensaios laboratoriais.



O processo de execução seguirá as seguintes etapas:

- a) Marcação dos níveis, cotas e alinhamento conforme indicado no projeto;
- b) Preparação, escavação e regularização da superfície de assentamento;
- c) Compactação da base, visando garantir suporte adequado e uniformidade;
- d) Instalação dos gabaritos de madeira, com espaçamento máximo de 3,0 m, para definir a posição e a seção transversal dos dispositivos;
- e) Lançamento, adensamento e acabamento do concreto utilizando ferramentas manuais, com apoio de régua sobre as guias adjacentes para conformação da seção projetada;
- f) Monitoramento do início da cura e retirada das guias e formas (quando aplicável) após o ganho inicial de resistência;
- g) Execução de juntas de dilatação a cada 12,0 m, preenchidas com argamassa asfáltica, com espessura de 1 cm e densidade média de 1.700 kg/m³.

A execução das sarjetas **SZC 60-20** deverá seguir integralmente as diretrizes descritas acima, conforme o **Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem (DER-MG, 2018)** e as **Especificações DNIT 018/2023**, aplicáveis aos dispositivos de drenagem superficial.

Em complemento ao sistema, foi indicado **Saída d'água adaptável** as sarjetas, executadas em locais indicados em projeto.

As entradas para descida d'água são dispositivos de drenagem que transferem água captada para canalizações ou outros dispositivos, garantindo um escoamento seguro e eficaz.

A sistemática a ser empregada para execução das EDA devem seguir as especificações acima, referente ao ALBUM DE PROJETOS – TIPO DE DISPOSITIVO DE DRENAGEM, da DNIT.

4.3.2 DRENAGEM PROFUNDA

O projeto de drenagem profunda é procedido com a finalidade de proporcionar escoamento de águas infiltradas no subleito em cortes e proteger, assim, o pavimento de eventuais danos que possam vir a ocorrer na via.

Foi projetada a execução de drenos longitudinais profundos para corte em solos tipo DPS -08 (DER -MG), nos locais que apresentam índice de umidade elevado e nos cortes com altura acima de 8,00 m. Para as saídas dos drenos projetados foram indicados os terminais tipo DPT (DER-MG) ou lançamento em caixas de passagem.



- TUBOS DE CONCRETO PA1

Execução de bueiro com **tubo de concreto PA1**, para lançamento de águas coletadas a MONTANTE para JUZANTE.

Os **bueiros tubulares** são estruturas comuns em estradas, compostas por tubos que permitem o fluxo das águas da chuva. Eles consistem em duas partes principais: o corpo, localizado abaixo dos cortes e aterros, e a boca, que inclui dispositivos de entrada e saída, como soleira, muro de testa e alas.

Os bueiros podem ser simples, duplos ou triplos, dependendo do número de linhas de tubos, sendo que aqueles com mais linhas podem causar alagamentos em uma área maior.

A nomenclatura "PA" indica que os tubos de concreto armado são destinados ao escoamento de águas pluviais. As classes dos bueiros são definidas com base nos valores de carga mínima de fissura (para tubos armados) ou carga isenta de danos (para tubos reforçados com fibras).

Para rejuntamento dos tubos, se utiliza argamassa de cimento e areia na proporção de 1:4.

O item somente pode ser executado após a abertura da vala, preparo do fundo e concretagem do berço. A sistemática a ser empregada para execução do tubo PA1 devem seguir as especificações acima, referente ao ALBUM DE PROJETOS – TIPO DE DISPOSITIVO DE DRENAGEM, da DNIT.

- ESCAVAÇÃO MECÂNICA

Escavação de vala para execução dos bueiros de 60cm de diâmetro (1,5m de largura x 1,5m de profundidade x 10m de comprimento). Após a escavação, o fundo deve ser preparado e compactado, para posteriormente concretar o fundo e fazer o assentamento dos tubos do bueiro.

A concretagem do fundo (berço de concreto ciclópico) tem como função de suportar, transmitir e distribuir os esforços do carregamento do tubo do bueiro ao solo.

Após o assentamento e rejuntamento dos bueiros, o próprio solo escavado deve ser lançado de volta, e compactado.



- CAIXA COLETORA DE SARJETA COM GRELHA DE CONCRETO

Execução de caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto, modelo CCS 200-60-A – com grelha de concreto - do ÁLBUM DE PROJETOS da DNIT, conforme indicado em projeto.

As caixas coletora de sarjetas são dispositivos de captação das águas pluviais provenientes das sarjetas, e encaminhadas aos bueiros para o lançamento final.

A sistemática a ser empregada para execução caixa coletora de sarjeta CCS 200-60-A devem seguir as especificações acima, referente ao ALBUM DE PROJETOS – TIPO DE DISPOSITIVO DE DRENAGEM, da DNIT.

- BOCA DE BSTC D=0,60m

Execução de **boca com esconsidade 30°**, no final de cada bueiro, onde será lançada as águas pluviais captadas pelas bocas de lobo.

As bocas de bueiros podem ter alas retas ou inclinadas, onde a inclinação é determinada pelo ângulo entre o eixo da ala e o eixo do corpo do bueiro.

O concreto para as bocas de bueiro é preparado e lançado para atingir uma resistência de 20 MPa, com controle tecnológico na condição A. As formas de tábua de pinho podem ser reutilizadas até três vezes. A argamassa de cimento e areia, na proporção 1:3, é usada para nivelar o concreto.

A sistemática a ser empregada para execução da boca de bueiro BSTC devem seguir as especificações acima, referente ao ALBUM DE PROJETOS – TIPO DE DISPOSITIVO DE DRENAGEM, da DNIT.

A definição das classes estruturais dos bueiros tubulares foi orientada a partir da Tabela, a seguir, que relaciona a classe estrutural com a altura de aterro sobre o tubo.



Tabela 1 – Classe Estrutural dos Tubos

TUBOS CLASSE	DIÂMETRO INTERNO	ALTURA DE ATERRO SOBRE O TUDO NA VIA	
		MINIMA	MAXIMA
NBR 8890	m	m	m
PS-2	0,30, 0,40, 0,50 e 0,60	0,55	4,60
PA-1	0,70 e 080	0,55	4,75
	0,90	0,55	4,75
	1,00	0,55	4,75
	1,20 e 1,50	0,55	4,75
PA-2	0,30, 0,40, 0,50 e 0,60	0,50	5,75
	0,70 e 080	0,50	6,15
	0,90	0,50	6,40
	1,00	0,45	7,05
	1,20 e 1,50	0,40	8,00
PA-3	0,30, 0,40, 0,50 e 0,60	0,35	11,00
	0,70 e 080	0,35	11,15
	0,90	0,30	11,45
	1,00	0,30	11,75
	1,20 e 1,50	0,30	12,15

OBS:

PS-2 = Classe de tubo de concreto simples (não armado)

PA-1, PA-2 e PA-3 = Classe de tubos de concreto armado

4.4 PROJETOS DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido a partir dos elementos levantados pelos Estudos Geotécnicos. O Projeto foi elaborado visando a definição e o detalhamento de uma estrutura que possa, economicamente, suportar as solicitações impostas pelo tráfego, em condições que atendam às necessidades dos usuários nos aspectos de segurança, conforto e funcionalidade.

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

A Tabela 2 – Recomendações Geotécnicas, a seguir, apresenta os valores limites e algumas recomendações relativas às principais características geotécnicas dos materiais utilizados no pavimento. Subleito:

Tabela 2 – Recomendações Geotécnicas

RECOMENDAÇÕES GEOTÉCNICAS						
CAMADA	ISC	EXPANSÃO	IG	LL	IP	FAIXA GRAN.
Base	> 60,0% (1) > 80,0% (2)	< 0,5%	-	< 25,0% ou EA > 30,0%	< 6,0% ou EA > 30,0%	E ou F (1) A, B, C ou D (2)
Sub-base	> 20,0%	< 1,0%	0	-	-	-

Observações

(1) Para $N < 5 \times 10^6$

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

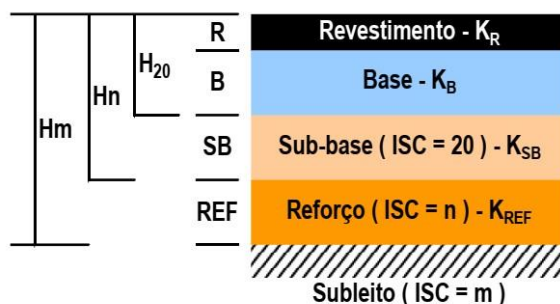
- Subleito: $ISC > ISC_{PROJETO}$ e Expansão < 2,0 %

Os materiais lateríticos deverão ser objetos de especificações particulares.

4.4.2 EXECUÇÃO E CONSTITUINTES DAS CAMADAS

As camadas deverão ser executadas de acordo com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias.

Figura 2 – Esquema Gráfico do Pavimento



4.4.3 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

A regularização do subleito deverá obedecer às diretrizes estabelecidas na **Norma DNIT 137/2019-ES – Regularização do Subleito**. O subleito será compactado em camada com **espessura final de 15 cm**, utilizando energia correspondente ao **Proctor Normal**, devendo apresentar **Índice de Suporte California (ISC) mínimo de 10%**. A umidade de compactação deverá permanecer dentro da faixa de **$\pm 2\%$ da umidade ótima**.

A regularização e compactação do subleito é a operação destinada a conformar o leito da via, longitudinal e transversalmente, por meio de cortes ou aterros de até 20 cm, preparando a superfície para a execução das camadas subsequentes do pavimento. Para a execução da regularização, poderão ser empregados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora 93 kW;
- Caminhão-tanque de 10.000 L – 188 kW;
- Grade rebocável com 24 discos (D = 60 cm);
- Rolo compactador pneumático autopropelido de 27 t – 85 kW;
- Rolo compactador pé-de-carneiro vibratório autopropelido de 11,6 t – 82 kW;
- Trator agrícola sobre pneus – 77 kW.

A seleção dos equipamentos para mistura e compactação deve ser feita conforme o tipo de material presente na regularização.

Após a execução de cortes, aterros e complementação de material para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à **escarificação geral** da camada na profundidade de



20 cm, seguida de pulverização, ajuste da umidade (umedecimento ou aeração), compactação e acabamento.

As operações necessárias para a obtenção da regularização do subleito são:

1. Escarificação e espalhamento dos materiais;
2. Homogeneização dos materiais secos;
3. Umedecimento (ou aeração) e homogeneização da umidade;
4. Compactação;
5. Acabamento;
6. Liberação ao tráfego.

Para a execução devem ser observados os seguintes critérios:

- Remover toda a vegetação, camada vegetal e materiais orgânicos presentes no leito da rodovia;
- Após cortes e aterros necessários para atingir o nível de projeto, realizar escarificação de 20 cm e, posteriormente, pulverização, ajuste de umidade, compactação e acabamento;
- Para cortes em rocha, seguir as diretrizes do projeto específico;
- O material do subleito, após regularizado e compactado, deve apresentar **expansão inferior a 2%** e características adequadas conforme ensaios de caracterização realizados segundo as normas atualizadas **DNIT 181/2018-ME (granulometria)**, **DNIT 182/2018-ME (limite de plasticidade)** e **DNIT 183/2018-ME (limite de liquidez)**;
- Não é permitido material com partículas superiores a 76 mm;
- O Índice de Grupo (IG) deverá ser no máximo aquele previsto para o subleito em projeto.

Para fins de aceitação da regularização do subleito, devem ser atendidos:

- **ISC $\geq$ 10%**, conforme **DNIT 172/2016-ME (ISC)**;
- **Expansão $\leq$ 2%**, conforme **DNIT 170/2016-ME**;
- **Grau de compactação igual a 100%** na energia **Proctor Intermediário**, conforme **DNIT 164/2013-ME – Ensaio de Compactação**.



A execução da regularização do subleito deverá seguir integralmente as diretrizes acima, em conformidade com a **Norma DNIT 137/2019-ES** e demais normas complementares aplicáveis.

4.4.4 SUB-BASE

A estabilização granulométrica da sub-base seguirá as diretrizes estabelecidas na **Norma DNIT 139/2010-ES – Sub-base – Estabilização Granulométrica**. A camada de sub-base será executada com cascalho laterítico proveniente da jazida indicada em projeto. A compactação deverá ser realizada com energia correspondente ao **Proctor Intermediário**, devendo a umidade de compactação permanecer dentro de **$\pm 0,5\%$ da umidade ótima**.

As distâncias entre a jazida e os segmentos da obra estão apresentadas na **Memória de Cálculo dos Quantitativos de Pavimentação**.

Esta especificação aplica-se à execução de sub-base constituída por solo estabilizado granulometricamente, sem adição de materiais, conforme definido no projeto executivo. A sub-base é uma camada complementar à base, executada sobre o subleito devidamente regularizado e compactado.

Os equipamentos recomendados para a execução da sub-base incluem:

- Motoniveladora – 93 kW;
- Caminhão-tanque de 10.000 L – 188 kW;
- Rolo compactador pneumático autopropelido de 27 t – 85 kW;
- Rolo compactador pé-de-carneiro vibratório autopropelido de 11,6 t – 82 kW;
- Grade rebocável de 24 discos (D = 60 cm);
- Trator agrícola sobre pneus – 77 kW.

A execução compreende as operações de espalhamento, pulverização, ajuste da umidade (umedecimento ou aeração), compactação e acabamento dos materiais espalhados em espessura que, após a compactação, resulte na **espessura de projeto**, sendo vedada a execução durante dias de chuva. A espessura da sub-base definida em projeto é de **15 cm**, abrangendo a largura do leito carroçável acrescido de **0,60 m de cada lado**.

Para fins de caracterização do material, deverão ser atendidos os critérios estabelecidos nas normas DNIT vigentes:

- **DNIT 181/2018-ME** – Análise granulométrica;



- **DNIT 182/2018-ME** – Limite de plasticidade;
- **DNIT 183/2018-ME** – Limite de liquidez.

O material não deve apresentar partículas com diâmetro superior a 76 mm, nem conter fragmentos moles, materiais orgânicos ou substâncias prejudiciais. O **Índice de Grupo (IG)** deve ser igual a zero, conforme metodologia das normas acima.

O **Índice de Suporte Califórnia (ISC)** deve ser $\geq 20\%$, e a expansão $\leq 1\%$, conforme as seguintes normas atualizadas:

- **DNIT 172/2016-ME** – Ensaio ISC;
- **DNIT 164/2013-ME** – Ensaio de compactação (substitui DNER-ME 129/94);
- **DNIT 170/2016-ME** – Ensaio de expansão.

Para fins de aceitação da sub-base, deverão ser atendidos:

- **ISC $\geq 20\%$;**
- **Expansão $\leq 1\%$;**
- **Grau de compactação igual a 100%** na energia Proctor Intermediário.

A execução da sub-base deverá obedecer integralmente às especificações acima, em conformidade com a **Norma DNIT 139/2010-ES** e demais normas técnicas complementares do DNIT atualmente vigentes.

4.4.5 BASE

Esta especificação aplica-se à execução de base estabilizada granulometricamente, realizada conforme projeto executivo, sem mistura adicional de materiais.

A base é uma camada estrutural do pavimento responsável por resistir aos esforços verticais gerados pelo tráfego veicular.

A execução compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, aplicados sobre pista previamente preparada, com largura definida em projeto. As quantidades aplicadas devem permitir, após compactação, a obtenção de uma espessura uniforme conforme projeto. A execução deve ser suspensa em condições adversas, como em dias de chuva, para garantir a qualidade do serviço.

A camada de base prevista no projeto tem espessura nominal de 15 cm, abrangendo a largura do leito carroçável acrescida de 1 metro em cada lateral.



Os materiais empregados na construção de bases estabilizadas granulometricamente devem ser provenientes de fontes aprovadas e atender às características estabelecidas no projeto e nas normas vigentes. Os agregados retidos na peneira nº 10 devem ser resistentes, isentos de fragmentos moles, alongados ou achatados, além de livres de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais. O desgaste por abrasão no ensaio Los Angeles não deve exceder 50%, salvo comprovação técnica de desempenho satisfatório em obras anteriores.

Para seleção dos solos iniciais, podem ser adotadas faixas granulométricas conforme tabela específica do projeto, desde que atendam aos requisitos normativos aplicáveis. A mistura dos solos deve promover melhoria significativa das propriedades naturais, satisfazendo os seguintes parâmetros:

- Expansão máxima de 0,5%, conforme DNIT 172-ME;
- Módulo de Resiliência (MR) conforme DNIT 134-ME;
- Controle da Deformação Permanente (DP) conforme DNIT 179-IE.

Para projetos dimensionados por métodos empíricos, os seguintes critérios mínimos devem ser atendidos:

- Índice de Suporte Califórnia (ISC) mínimo de 60% para Número $N \leq 5 \times 10^6$ e ISC mínimo de 80% para Número $N > 5 \times 10^6$, conforme DNIT 141/2022-ES e especificações atualizadas;
- Limite de Liquidez inferior a 25%, conforme NBR 7180 e normas correlatas;
- Índice de Plasticidade não superior a 6%;
- Equivalente de areia superior a 30% quando os limites de Limite de Liquidez e Índice de Plasticidade forem excedidos;
- A porcentagem de material passante na peneira nº 200 não deve exceder 2/3 da porcentagem passante na peneira nº 40, conforme especificação técnica do DER e DNIT.

Para aceitação da camada de base, o material compactado deve apresentar $ISC \geq 80\%$ e grau de compactação mínimo de 100% segundo o ensaio Proctor Modificado (energia modificada), em conformidade com as normas DNIT 141/2022-ES e procedimentos complementares.

A sistemática de execução deve seguir integralmente as especificações atuais, incluindo controle rigoroso da granulometria, durabilidade dos agregados (ensaio Los Angeles, ciclos de sulfato), controle de compactação e umidade ótima, conforme norma



DNIT 141/2022-ES e especificações técnicas dos Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem (DER).

4.4.6 IMPRIMAÇÃO COM LIGANTE ASFÁLTICO

A imprimação consiste na aplicação de uma camada de ligante asfáltico sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de qualquer revestimento betuminoso, com os seguintes objetivos:

- Aumentar e garantir a coesão da superfície da base, promovendo penetração adequada do ligante asfáltico;
- Assegurar condições de aderência entre a base e o revestimento subsequente;
- Impermeabilizar a base, protegendo-a contra infiltração de água.

A imprimação deve atender à norma **DNIT 144/2022-ES** e suas complementares. Para este projeto, será utilizada **emulsão asfáltica do tipo EAI**, conforme a norma **DNIT 165/2013-EM**.

A taxa de aplicação referencial do ligante é determinada experimentalmente na obra, considerando a absorção da base em 24 horas. Para emulsão asfáltica tipo EAI, as taxas usuais variam de **0,9 a 1,7 l/m²**, dependendo da textura e tipo de base, e devem ser ajustadas em campo. A origem do asfalto diluído (CM-30) será a REGAP – Refinaria Gabriel Passos, em Betim/MG, e as distâncias estão representadas individualmente na Memória de Cálculo.

O ligante asfáltico deve obedecer às seguintes condições:

- Não aplicar quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10 °C, em dias de chuva ou se a superfície estiver excessivamente úmida;
- Cada carga de ligante deve ser acompanhada de certificado do fabricante ou distribuidor, contendo os resultados dos ensaios exigidos pelas normas vigentes, incluindo origem, tipo, quantidade e data de fabricação;
- A proteção da superfície contra chuva, tráfego e outros agentes externos é responsabilidade da equipe executante.

Condições específicas do ligante

- O ligante deve ser **emulsão asfáltica do tipo EAI**, conforme **DNIT 165/2013-EM**;



- A taxa de aplicação deve ser ajustada para garantir cobertura uniforme e absorção adequada da base;
- A viscosidade de espalhamento da EAI deve estar entre **20 e 100 segundos Saybolt Furol**.

Condições de equipamentos

- A limpeza da base deve ser realizada com vassouras mecânicas, manuais ou jato de ar comprimido, garantindo remoção completa de resíduos soltos;
- A aplicação do ligante deve ser feita por carros distribuidores equipados com bomba de pressão, dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores, termômetros precisos e espargidor manual para áreas pequenas;
- As barras de distribuição devem ser ajustáveis para garantir aplicação uniforme;
- Depósitos de ligante devem possuir aquecimento adequado e capacidade mínima para armazenamento de um dia de trabalho.

Procedimentos de execução

- Implantar sinalização adequada para garantir segurança do tráfego antes e durante a execução;
- Após nivelamento da base, realizar limpeza completa da superfície;
- Umedecer levemente a base antes da aplicação do ligante;
- Aplicar o ligante na temperatura correta, na quantidade adequada e de forma uniforme, observando a viscosidade ideal;
- Respeitar a tolerância da taxa de aplicação, com margem de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$;
- Cobrir toda a largura da pista em um único turno, preferencialmente mantendo-a fechada ao tráfego. Se necessário, trabalhar em faixas alternadas;
- O tempo máximo de exposição da base ao tráfego após a cura do ligante não deve exceder 30 dias;
- Para evitar sobreposição ou excesso, utilizar faixas de papel transversalmente na pista para marcar início e término da aplicação; qualquer falha deve ser corrigida imediatamente.



A sistemática de execução da emulsão asfáltica deve seguir integralmente as especificações acima, **em conformidade com as normas DNIT 144/2022-ES e DNIT 165/2013-EM.**

4.4.7 PINTURTA COM LIGANTE ASFÁLTICO

A **pintura de ligação** consiste na aplicação de uma camada de ligante betuminoso sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de qualquer revestimento betuminoso, com o objetivo de **promover aderência entre o revestimento e a camada subjacente**, garantindo a integridade e durabilidade do pavimento.

A execução da pintura de ligação deve atender à norma **DNIT 145/2022-ES** e suas complementares.

Quando o revestimento não for aplicado imediatamente após a execução da base, a superfície da mesma pode sofrer danos provocados pelo tráfego local, atividades da obra ou intempéries, ou ainda apresentar acúmulo de sujeira, comprometendo o desempenho da ligação. Nestes casos, deve ser aplicada **uma pintura de ligação utilizando emulsão asfáltica tipo RR-1C**, diluída em água na proporção adequada determinada em ensaio prévio em obra (usualmente 1:1).

A **taxa de aplicação referencial** para a emulsão RR-1C diluída é de **0,8 l/m²**, podendo ser ajustada conforme textura e absorção da base, observando uniformidade de cobertura.

Caso haja execução de **camada intermediária de revestimento**, nova pintura de ligação deve ser realizada sobre esta camada antes da aplicação do revestimento final, garantindo aderência adequada entre todas as camadas do pavimento.

A origem da emulsão asfáltica (RR-1C) será a REGAP – Refinaria Gabriel Passos, em Betim/MG, e as distâncias estão representadas na Memória de Cálculo.

Conforme a **DNIT 145/2022-ES**, algumas condições gerais devem ser observadas na aplicação da pintura de ligação:

- O ligante asfáltico não deve ser aplicado em temperaturas abaixo de 10 °C, em dias chuvosos ou se a superfície estiver excessivamente úmida;
- Cada entrega de ligante na obra deve ser acompanhada de certificado do fabricante ou distribuidor, contendo os resultados dos ensaios exigidos pela norma. Se houver intervalo superior a 10 dias entre a fabricação e o transporte, o certificado deve detalhar a origem, tipo, quantidade e distância percorrida;



- A proteção da superfície e do ligante contra danos provocados por chuva, tráfego ou outros agentes é de responsabilidade da equipe executante.

Condições específicas dos materiais

- Para pintura de ligação, deve ser utilizado **ligante do tipo emulsão asfáltica RR-1C**, conforme **DNIT 165/2013-EM**;
- A taxa de aplicação do ligante residual é de 0,3 a 0,4 l/m². Quando diluído em água (proporção 1:1), a taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,0 l/m², dependendo da textura e absorção da base;
- A água utilizada para diluição deve estar livre de sais, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Condições específicas dos equipamentos

- A limpeza da superfície pode ser feita com vassouras mecânicas ou manuais, ou com jato de ar comprimido;
- A aplicação do ligante deve ser realizada por carros distribuidores equipados com bombas de pressão, sistemas de aquecimento, velocímetros, calibradores, termômetros precisos e espargidores manuais para pequenas áreas ou correções;
- As barras de distribuição devem permitir ajuste vertical e largura variável para garantir aplicação uniforme;
- Os depósitos de ligante devem possuir aquecimento para manter temperatura adequada e capacidade mínima para armazenamento de um dia de trabalho.

Procedimentos de execução

- Implantar sinalização adequada para segurança do tráfego antes e durante a execução;
- Limpar a superfície para remover poeira e materiais soltos;
- Em bases de solo-cimento ou concreto magro, é recomendado umedecer a superfície antes da aplicação;



- Aplicar o ligante na temperatura correta, na quantidade adequada e de forma uniforme, respeitando a viscosidade ideal para espalhamento, que deve estar entre **20 e 100 segundos Saybolt-Furol**;
- Após a aplicação, aguardar evaporação da água e absorção do ligante;
- A variação tolerada na taxa de aplicação da emulsão diluída é de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$;
- Cobrir toda a pista preferencialmente em um único turno, mantendo-a fechada ao tráfego; se não for possível, trabalhar em faixas alternadas;
- Para evitar sobreposição ou excesso de ligante, utilizar faixas de papel transversais na pista para marcar início e término da aplicação; corrigir imediatamente qualquer falha.

A sistemática de execução da **pintura de ligação** deve seguir integralmente as especificações acima, **em conformidade com as normas DNIT 145/2022-ES e DNIT 165/2013-EM**.

4.4.8 REVESTIMENTO (CBUQ)

O revestimento será constituído por CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente faixas B e C proveniente de usina a ser instalada no trecho em questão. Os materiais betuminosos terão como origem a REGAP – Refinaria Gabriel Passos, em Betim/MG e a Usina será implantada próximo à Interseção a Muzambinho/MG. Tanto as distâncias dos insumos que comporão o CBUQ, quanto as distâncias da massa à pista, estão representadas na Memória de Cálculo.

O **Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ)** é uma mistura produzida em **usina especializada**, composta por agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filler) quando necessário, e ligante asfáltico, sendo espalhada e compactada ainda quente.

O CBUQ possui diversas aplicações, incluindo revestimento, camada de ligação, base, regularização ou reforço do pavimento. A execução **não deve ocorrer em dias de chuva**, e a produção e aplicação devem ocorrer em **temperaturas acima de 10 °C**. Cada carga de ligante asfáltico deve ser acompanhada de certificado de análise, com informações sobre origem, tipo, quantidade, data de fabricação e distância de transporte.

Materiais Constituintes

1. Ligante asfáltico (cimento asfáltico de petróleo):



Para este projeto, será utilizado **CAP 50/70**, conforme especificações do projeto. Outros tipos permitidos incluem CAP 90/45 e CAP 85/100, atendendo às normas **DNIT 165/2013-EM** e complementares.

2. Agregado graúdo:

- Pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material aprovado em especificações complementares;
- Desgaste Los Angeles $\leq 50\%$, admitindo exceções comprovadas;
- Índice de forma $> 0,5$;
- Durabilidade com perda $\leq 12\%$.

3. Agregado miúdo:

- Pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura destes, ou outro material aprovado;
- Partículas resistentes, livres de argila ou substâncias nocivas;
- Equivalente de areia $\geq 55\%$, conforme **DNIT 054/2014-ME**.

4. Material de enchimento (filler):

- Deve estar seco, livre de grumos e composto por materiais minerais finamente divididos, como cimento Portland, cal extinta, pó-calçário ou cinza volante, conforme **DNIT 367/2013-EM**.

5. Aditivos:

- Caso a adesão entre ligante e agregados seja insuficiente, podem ser utilizados melhoradores de adesividade conforme projeto;
- A avaliação da adesividade segue métodos baseados em RTFOT (ASTM D-2872), ECA (ASTM D-1754) e resistência à umidade pelo método AASHTO T283, com razão de resistência $\geq 0,7$ (DNIT 138/2014-ME).

Propriedades e Projeto da Mistura

A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do quadro apresentado na figura a seguir, e atender à granulometria projetada, aos percentuais de ligante e aos limites de vazios do agregado mineral, conforme DNIT 083/2014-ME, e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.



Figura 3 – Requisitos para composição do concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

- O diâmetro máximo dos agregados deve ser $\leq 2/3$ da espessura da camada;
- Fração retida entre peneiras consecutivas $\geq 4\%$ do total;

As misturas devem atender às especificações de densidade e relação betume/vazios definidas no projeto. Os valores limites para as características especificadas devem ser observados conforme o quadro a seguir.

Figura 4 – Valores Limites fração retida para agregado mineral

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1 ½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

Equipamentos Necessários

1. **Tanque de ligante:** com aquecimento, sistema de recirculação e capacidade mínima para três dias de trabalho.
2. **Silos de agregados:** capacidade total ≥ 3 vezes a capacidade do misturador, compartimentados e com dosagem controlada, incluindo silo dedicado ao filler.



3. **Usina de produção:** com classificador de agregados, misturador, termômetros, sistema de registro digital, cabine de comando e operação semi-automática.
4. **Caminhões para transporte:** caçambas metálicas limpas e lubrificadas, cobertas durante transporte.
5. **Pavimentadoras e espalhadoras automáticas:** com dispositivos de direção e aquecimento para garantir aplicação uniforme.
6. **Rolos de compactação:** pneumáticos, lisos ou vibratórios, com ajuste de pressão, garantindo densidade projetada.

Todos os equipamentos devem ser inspecionados antes do início da operação para garantir condições adequadas de funcionamento.

Procedimentos de Execução

- **Pintura de ligação:** aplicada quando houver intervalo > 7 dias entre imprimação e revestimento final, ou se houver trânsito sobre a base;
- **Temperatura do ligante:** determinada para obter viscosidade entre 75 e 150 SSF (preferencialmente 75–95 SSF); temperatura mínima 107 °C e máxima 177 °C;
- **Aquecimento dos agregados:** 10–15 °C acima da temperatura do ligante, sem ultrapassar 177 °C;
- **Produção:** realizada em usina apropriada;
- **Transporte:** garantir aplicação na temperatura adequada, protegendo a mistura com lonas;
- **Distribuição e compactação:** uso de pavimentadoras, correção manual de irregularidades com ancinhos/rodos metálicos, rolagem iniciando nas bordas até o centro, respeitando padrões de curvas;
- **Abertura ao tráfego:** somente após completa resfriamento da camada recém-aplicada.

Espessura

- A camada de **CBUQ** será de **4 cm**, conforme projeto.



A execução do CBUQ deve seguir integralmente as especificações acima, em conformidade com as normas **DNIT 031/2022-ES, DNIT 165/2013-EM, DNIT 054/2014-ME, DNIT 138/2014-ME e DNIT 083/2014-ME.**

4.5 PROJETOS DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização foi elaborado em conformidade com as normas nacionais vigentes, em especial: o Código de Trânsito Brasileiro (CTB); o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) por meio do Regulamento de Sinalização Viária – Resolução CONTRAN 973/2022 — que consolida e regulamenta os sistemas de sinalização vertical, horizontal, semaforica, dispositivos auxiliares, temporária, cicloviária e cruzamentos —, e os respectivos volumes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito aprovados por essa resolução (Volumes I a IX).

Além disso, quando pertinente, foram consideradas normas complementares do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), em especial o Manual de Sinalização Rodoviária – Publicação IPR-743, para adequações de sinalização rodoviária em trechos de rodovia sob jurisdição federal.

O escopo do projeto compreendeu o planejamento e detalhamento dos sistemas de sinalização vertical e horizontal, bem como a instalação de dispositivos complementares de segurança viária (quando aplicável), de forma a garantir visibilidade, padronização e conformidade técnica, assegurando ao usuário da via um ambiente seguro e adequado ao fluxo de tráfego.

4.5.1 CRITÉRIOS BÁSICOS PARA PROJETO

A velocidade diretriz adotada no projeto de sinalização e segurança viária foi definida a partir das características de classificação de via rural, utilizando-se o valor de 50km/h e para redução utilizando o valor de 30km/h .

4.5.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

O projeto de sinalização vertical procedeu ao detalhamento de 2 (dois) grupos de sinais destinados a regulamentação e advertência ao usuário.

Com relação aos materiais a serem empregados, as placas deverão ser confeccionadas em chapas finas, laminadas a frio, de aço carbono, na espessura de 1,5 mm



(MSG-16), cortadas nas dimensões finais e tratadas para garantia de sua durabilidade. As legendas e as tarjas de todas as placas deverão ser confeccionadas em película refletiva tipo I.

As placas da sinalização vertical deverão ser sustentadas por meio de suportes de madeira com 2,20 m de comprimento. Colocadas após os limites dos dispositivos de drenagem dentro do campo visual do usuário, fixadas na altura mínima de 1,20 m e máxima de 1,50 m, medida do bordo inferior da placa.

I SINAIS DE REGULAMENTAÇÃO

A finalidade dos sinais de regulamentação é comunicar aos usuários das vias as limitações, as proibições, as restrições e as obrigações que regem seu uso.

Foram adotadas as seguintes características para os sinais de regulamentação: sinais circulares de regulamentação (código R):

- *Diâmetro*: 0,75 m;
- *Fundo*: cor branca e vermelha conforme padrão;
- *Símbolo*: cor preta;
- *Tarja*: 0,075 m (cor vermelha); • *Orla*: 0,075 m (cor vermelha); e,
- *Letras*: cor preta.

Placas de Regulamentação:

R-2 – Dê a Preferência: Impõe obrigações e restrições ao condutor. Nesse caso, obriga o motorista a ceder a preferência de passagem aos veículos que circulam pela via principal.

R-19 — Velocidade máxima permitida: Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular na pista ou faixa, válido a partir do ponto onde o sinal é colocado.

R-7 — Proibido ultrapassar: Assinala ao condutor do veículo que é proibido realizar o movimento de ultrapassagem no trecho regulamentado, pela(s) faixa(s) destinada(s) ao sentido oposto de circulação.

R-24b – Passagem Obrigatória: sinaliza que é necessário desviar de um obstáculo, seja um canteiro central, ilha ou outro obstáculo, passando obrigatoriamente pelo lado indicado pela seta na placa



II SINAIS DE ADVERTÊNCIA

Os sinais de advertência têm o objetivo de alertar os usuários sobre a existência de condições potencialmente perigosas na rodovia, indicando sua natureza. Sua forma quadrada. Advertência (Código A).

- *Lado*: 0,80 m;
- *Fundo*: cor amarela;
- *Símbolo*: cor preta;
- *Tarja*: 0,20 m (cor preto);
- *Orla*: 0,10 m (cor amarela); e,
- *Letras*: cor preta.

Placas de Advertência:

A-3b - Pista sinuosa à direita: Adverte o condutor sobre a existência de três ou mais curvas horizontais sucessivas, começando pela primeira curva à direita.

A-12 – Interseção em Círculo - Adverte o condutor sobre a existência de uma rotatória à frente.

A-18 – Lombada/Quebra-molas: Adverte o condutor sobre a presença, mais adiante, de uma lombada ou quebra-molas, indicando a necessidade de reduzir a velocidade.

4.5.3 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

O projeto de sinalização horizontal tratou do detalhamento das seguintes marcações a serem executadas no pavimento com tinta de resina acrílica, emulsionada em água com espessura de 6 mm:

- Linhas de divisão de fluxos opostos;
- Linhas de bordo;
- Linhas de continuidade;
- Linhas de retenção;



- Símbolo Indicativo.

A) Linhas de Divisão de Fluxos de Sentidos Opostos – (LFO)

As linhas divisórias de fluxos de sentidos opostos – LFO – são linhas longitudinais com largura de 0,10 m, pintadas na cor amarela, de forma contínua ou em segmentos tracejados, que separam os movimentos veiculares de sentidos opostos e regulamentam a ultrapassagem e os deslocamentos laterais.

- **LFO-2:** Linha simples tracejada na relação 1:2, utilizada para dividir fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos.

- **LFO-3:** Linha dupla contínua usada para dividir fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro.

B) Linhas Demarcadoras de Bordos de Pista – (LBO)

As linhas de bordo – LBO – são linhas longitudinais com largura de 0,10m, pintadas na cor branca, de forma contínua em toda extensão do trecho, delimitando, a direita, a pista de rolamento e o acostamento externo e, a esquerda, o afastamento em relação ao separador físico central (acostamento interno).

C) Linhas de Continuidade – (LCO)

São linhas longitudinais com espessura de 0,10m, pintadas na cor branca, que dão continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. As medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), devem variar em função da velocidade regulamentada na via, para este projeto, adotou-se 30km/h. A cadência utilizada foi de t:e = 1:1, sendo, para cada 1,00m pintado, o espaçamento de 1,00m. É utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxos no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento.

D) Linhas de Retenção – (LDP)

A Linha de "Dê a Preferência", uma marcação transversal de cor branca pintada no pavimento. Sua função é indicar ao condutor o local exato em que ele deve parar o veículo, se necessário, quando estiver aproximando-se de uma via com prioridade de tráfego. A LDP



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA UNIÃO

JOÃO FERREIRA BARBOSA, 46 - BAIRRO CENTRO SÃO PEDRO DA UNIÃO- CEP 37855-000

FONE: 0800 035 1266 CNPJ: 18.666.172/0001-64

deve ser acompanhada da inscrição "Dê a Preferência" no asfalto e do sinal de regulamentação R-2.

E) sinalização horizontal MP-1

é um marcador de perigo retangular, com faixas diagonais pretas e amarelas, que indica aos motoristas a necessidade de desviar para a direita para contornar um obstáculo.



5. TERMO DE ENCERRAMENTO

Engenheiro responsável, Maicon, vem através desta declarar que este o MEMORIAL DESCRITIVO, possui 35 (trinta e cinco) páginas numeradas sequencialmente, incluindo está, e é encerrado por este termo.

São Pedro da União/MG, 27 de novembro de 2025.

MAICON MARLUZ GOMES

Engenheiro Civil
CREA/MG 238.550/D

MARIELZA CORRÊA DOS REIS

Engenheiro Civil
CREA/MG 216.645/D