



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

MEMORIAL DESCRITIVO

**PAVIMENTAÇÃO URBANA EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A
QUENTE - CBUQ**



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

INTRODUÇÃO

Considerando a demanda pelos serviços de pavimentação para atender à população local, bem como o favorecimento à econômica local.

O **Projeto Básico de Pavimentação** tem por objetivo definir uma estrutura a ser construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto a:

- a) Conforme a demanda preexistente resistir e distribuir ao subleito (terreno de fundação da pavimentação) os esforços verticais oriundos dos veículos de cada plataforma;
- b) Atendendo ao fluxo de veículos melhorar as condições de rolamento quanto a qualidade, economicidade, comodidade e segurança;
- c) De forma qualitativa, resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento para o tráfego em questão.

O Pavimento é composto por duas camadas: a BASE (sub-base, reforço) e o REVESTIMENTO.

A **BASE** é uma camada destinada a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais através das tensões atribuídas pela passagem dos veículos e sobre a qual se construirá o revestimento.

O **REVESTIMENTO** é a camada, tanto quanto possível impermeável, coesa, o mais possível desempenado geometricamente, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e das intempéries (água, vento, temperatura, atrito, hidrocarbonetos, impactos mecânicos e outros) e destinada a resistir aos esforços tangenciais (cisalhamento, frenagem, aceleração, movimentos centrífugos, etc.).

O Pavimento objeto deste Memorial Descritivo será do tipo flexível, o qual utiliza o ligante betuminoso na construção do revestimento em Tratamento Superficial Duplo.

1. PLACA DE OBRA

Deverá ser afixada placa identificadora de obra, em locais preferenciais



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

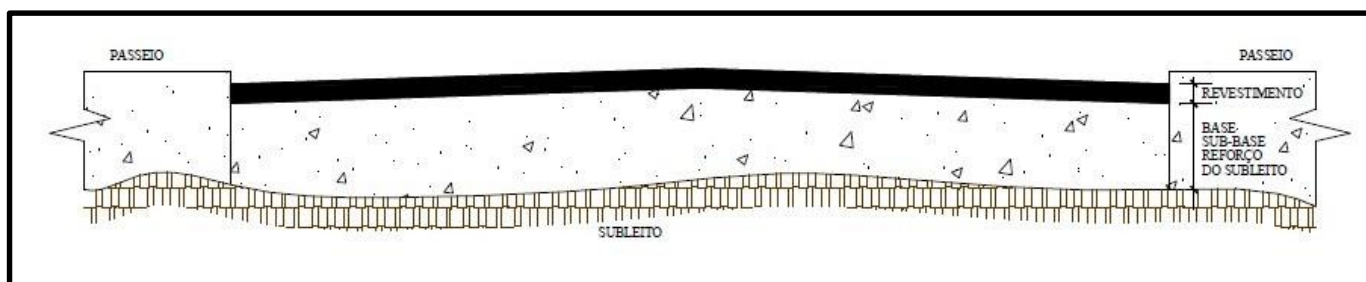
2025/2028

frontais à obra de maneira a não interromper o trânsito de operários e materiais. A placa deverá conter os principais dados da obra (convênio, volume, custo, construtor, engenheiro responsável, etc...) e ser confeccionada em chapa galvanizada por dimensões de 3,60m x 1,80 m a ser colocada a uma altura de 2,20m do solo.

2. PAVIMENTO

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO:

O pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço infinito, que é o subleito, conforme distinção citada abaixo:



O dimensionamento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no subleito ou no pavimento e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda Q , o estado de tensão, a deformação e se vai ou não, haver ruptura, quando exigido adequadamente.

É considerado satisfatório o sistema, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto ou a deformação máxima e satisfizer aos limites previamente calculados, sendo as espessuras das camadas, as necessárias e suficientes de modo qualitativo, garantindo a durabilidade do pavimento.

Dentre as várias teorias ou modelos para o estudo do sistema de camadas múltiplas de pavimento: “Boussinesq, Busmister, Hogg, Westergaard, Peattie e Jones, Jeuffroy e Bachelez”, (Murillo Lopes, 1980, p. 317 a 353), porém é fácil concluir da dificuldade de



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

aplicação dos métodos teóricos ao dimensionamento de pavimentos flexíveis.

Para tanto, o dimensionamento de pavimentos flexíveis é calculado através de métodos empíricos; onde são utilizados ensaios empíricos, definidores das características de resistência dos materiais, certos parâmetros de tráfego e uma equação ou ábaco, estabelecidos experimentalmente e ligando estas grandezas.

Este PROJETO basear-se-á no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT- 1966/79, que tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, da autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO, com as considerações pertinentes às finalidades do Plano de Trabalho.

ESTUDO DO TRÁFEGO

Esta pavimentação urbana será construída em zonas residenciais com predominância de tráfego de veículos de passeio.

Para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o Método do DNER-DNIT/1966/79, considerar-se-á a incidência do menor número de solicitações do eixo padrão de 8,2t, devido ao tráfego, número N, que o ábaco de dimensionamento permite, ou seja, $N = 10$.

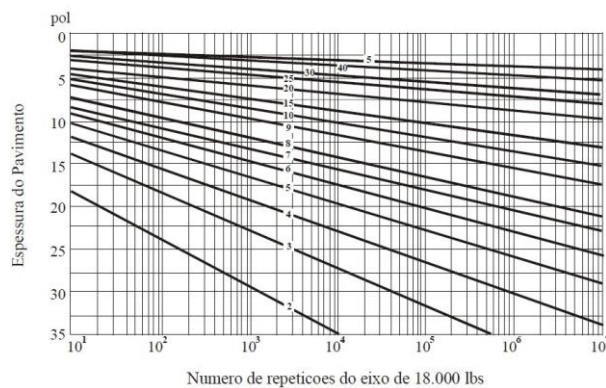
ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

MÉTODO DNER-1966/79



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

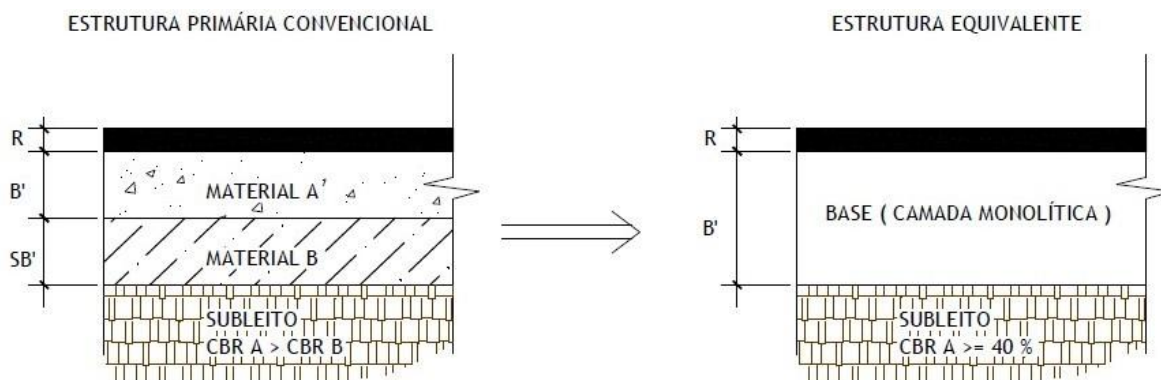
2025/2028



CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUB-LEITO (CBR)

Devido às condições técnicas locais e à distância da capital do estado, optamos por adotar um valor mínimo de Índice de Suporte Califórnia –m ISC/CBR do sub-leito, de tal forma a obter as espessuras mais delgadas de pavimento, buscando simultaneamente qualidade e economicidade, que da execução dos serviços. O CBR mínimo do sub-leito adotado é de 8%.

DETERMINAÇÃO DO REVESTIMENTO E DA BASE





PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Assim, definidos os parâmetros: número N e CBR do sub-leito poderemos dimensionar o pavimento com o auxílio do ábaco de dimensionamento e das inequações citadas abaixo:

$$RK_r + B'K_{B'} \geq H_{20} \quad (1)$$

$$RK_r + B'K_{B'} + SB'K_{SB'} \geq H_n \quad (2)$$

Sendo:

R = espessura do revestimento;

OBSERVAÇÃO: Para as condições de tráfego leve e ocasional, este projeto de pavimentação adotou o revestimento de espessura mínima de 4 cm após concluída a pavimentação urbana.

B' = espessura de base;

SB' = espessura de sub-base;

Kr = coeficiente estrutural do revestimento;

Para revestimento do tipo tratamento $k_r = 1,20$

$K_{B'}$ = coeficiente estrutural do material de base (solo granular);

$K_{SB'}$ = coeficiente estrutural do material de sub-base (solo granular);

Para solo granular o $K_{B'} = K_{SB'} = 1,00$

H₂₀ = espessura acima da sub-base, admitindo seu material com CBR = 20%;

H_n = espessura acima do sub-leito com CBR = n, no caso do projeto n=8%.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Desde modo em (1) tem,

$$RKr + B'KB' \geq H20 \text{ (1)}$$

Utilizando-se, portanto, o ábaco de dimensionamento para $N = 10$ e $CBR = 20\%$, temos:

$$H20 = 3,5'' = 3,5 \times 2,5 = 8,75 \text{ cm} \implies (9,0 \text{ cm})$$

Assim, substituindo-se R , Kr , KB' e $H20$ em (1) teremos:

$$2,5 \times 1,2 + B' \times 1,0 = 9,0 \implies (B' = 7,0 \text{ cm})$$

Logo em (2), teremos:

$$RKr + B'KB' + SB'KSB' \geq Hn \text{ (2)}$$

Recorrendo-se ao ábaco de dimensionamento para $N = 10$ e $CBR = 8\%$ (do Sub-leito), teremos:

$$H8 = 7,5'' = 7,5 \times 2,5 = 18,8 \text{ cm} \implies (19,0 \text{ cm})$$

Substituindo-se: R , Kr , B' , KB' , KSB' e $H8$ em (2) teremos, então:

$$2,5 \times 1,2 + 6,0 \times 1,0 + SB' \times 1,0 = 19,0 \implies (SB' = 10,0 \text{ cm})$$



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

Para tanto o $SB' = 10,0\text{cm}$ seria para a utilização de material com ($\text{CBR} = 20\%$), porém como para a estrutura equivalente de pavimento o ($\text{CBR} \geq 40\%$), pode-se então fazer a correção da SB' , multiplicando-se pelo resultado da seguinte expressão $(20/\text{CBR})^{(1/3)}$ de acordo com a referência bibliográfica de *Cyro Nogueira, 1974, p.197*.

Deste modo, SB' corrigida = $|10,0 \times (20/40)^{(1/3)}|$

$SB' = 7,9\text{ cm}$ -----adota-se SB' corrigida = $(8,0\text{ cm})$

Na estrutura equivalente de pavimento B + R, a BASE (B) comportará B' e SB' da estrutura primária, desde que o material de B apresente $\text{CBR} \geq 40\%$, o dimensionamento será:

Revestimento (R) = 4 cm

Base (B) = $B' + SB'$ corrigida = $7,0 + 8,0 = 15\text{cm}$

Espessura Total = $4 + 15,0 = 19\text{ cm}$

RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS:

l) Os materiais do sub-leito devem apresentar, as seguintes características:

$\text{CBR}_{\text{SL}} \geq 8,0\%$

Expansão $\leq 2,0\%$

GC (Grau de Compactação) $\geq 100,0\%$ (Proctor Normal)



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

II) Os materiais de base, devem apresentar, necessariamente, as seguintes características:

$$\text{CBR}_B \geq 40,0\%$$

$$\text{Expansão} \leq 0,5\%$$

$$\text{Limite de Liquidez} \leq 30,0\%$$

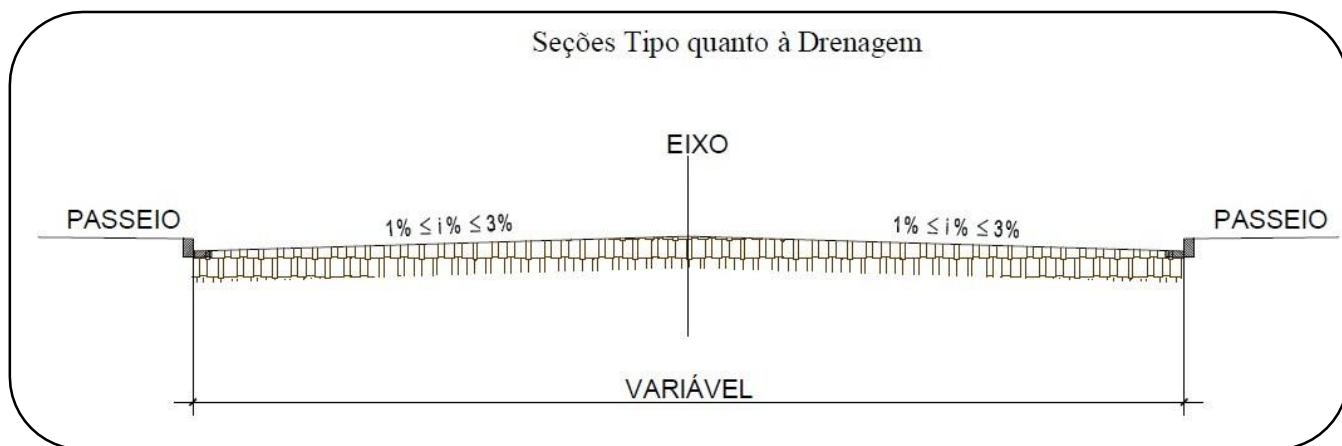
$$\text{Índice de Plasticidade} \leq 9,0\%$$

$$\text{GC (Grau de Compactação)} \geq 100,0\% \text{ (Proctor Intermediário)}$$

Por questões de viabilidade técnica o lençol d'água deve ser rebaixado de pelo menos 1,50 m de profundidade em relação à superfície do pavimento objeto deste projeto.

As obras de execução do revestimento deverão atender às Especificações Gerais de Obras Rodoviárias da AGETOP e correlatas em vigência.

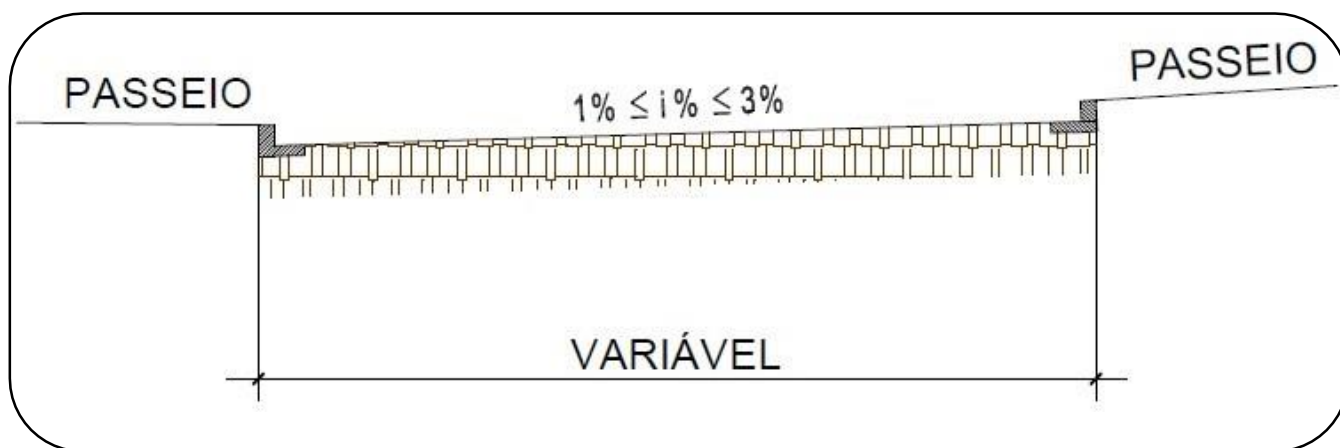
A drenagem superficial deverá considerar uma declividade longitudinal mínima de 0,5% e 1,0% de abaulamento mínimo na plataforma acabada.





PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028



Constituem objeto deste projeto de pavimentação os cálculos para a execução da: terraplenagem, regularização do sub-leito, compactação de base e revestimento asfáltico.

TERRAPLENAGEM

Para execução das obras objeto deste procedimento os serviços preliminares necessários à limpeza das ruas e/ou avenidas, que serão pavimentadas neste município, uma vez definidas e delimitadas pela implantação topográfica, deverão promover a retirada da camada vegetal, de vegetações que estejam obstruindo os trabalhos, entulhos e lixos.

Para tanto os serviços de regularização dos perfis longitudinal e transversal das vias deverão ser executados seguindo o padrão do arruamento constante da planta digital em anexo, ou seja, acompanhando-se preferencialmente a declividade longitudinal e transversal naturais da via, preservando o mínimo de 0,5% no sentido longitudinal e de 1% a 3% no sentido transversal; evitando-se assim grandes movimentos de terra ou serviços complementares, cortes, aterros, empréstimos, etc., que por sua vez inviabilizariam financeiramente a execução das obras objeto deste projeto.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

Assim a área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida na largura da plataforma da via acrescida de 0,30 m para cada lado, pelo comprimento da mesma.

O controle das referidas operações será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços, e/ou a critério da fiscalização, por profissional designado para tanto, cujo qual deverá inclusive emitir Anotação de Responsabilidade Técnica no Conselho competente, sempre de forma tempestiva de acordo com a legislação pertinente para o assunto.

Os serviços de terraplenagem somente poderão ser iniciados, após a adequada execução da drenagem profunda das vias, quando recomendada tecnicamente em projeto.

PAVIMENTAÇÃO

Regularização do Sub-leito: É a denominação tradicional para as operações (cortes e aterros até 20 cm) necessárias à obtenção de um leito “conformado” para receber a pavimentação. Cortes e aterros acima de 20 cm são considerados serviços de terraplenagem, enquanto a regularização do sub-leito, que também envolve a compactação dos 20 cm superiores do sub-leito, é considerada um serviço de pavimentação, assim definidos nos Manuais de Pavimentação do DNIT e da AGETOP.

É possível ocorrer, numa regularização do sub-leito, caso o solo seja orgânico, ou expansivo, ou de baixa capacidade de suporte, ou seja, solo de má qualidade, a necessidade de substituição da camada de solo. Sendo necessária, o solo substituto deverá ser analisado, não se admitindo $ISC < 8,0\%$ e expansão superior a 2%.

Os serviços de execução da regularização do sub-leito envolvem basicamente as seguintes operações: escarificação e espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Para tanto os equipamentos a serem utilizados nestas operações são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões “pipa” e rolos compactadores.

Se existentes, ao executar a regularização e compactação do sub-leito ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas, sempre atuando de forma preventiva e responsável.

Para isso controle geométrico da regularização deve ser o mesmo da terraplenagem, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via.

O controle tecnológico da regularização do sub-leito deve atender os seguintes critérios:

Para cada “pano” de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade “in situ”, calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;

O serviço será considerado aprovado desde que apresente um GC $\geq$ 100% do Proctor Normal e umidade “in situ” variando $\pm 2\%$ da umidade ótima de laboratório.

Critérios para Execução de Base Estabilizada Granulometricamente.

Atendendo ao projeto em questão o pavimento será executado basicamente com uma camada de 15,00 cm de espessura, composta de material granular devidamente analisado, não se admitindo material com ISC $< 40\%$ e expansão $\leq 0,5\%$;

Deste modo os equipamentos a serem utilizados nas operações de estabilização da base são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões “pipa” e rolos compactadores;



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Os serviços referentes à execução da estabilização da base envolvem basicamente as seguintes operações: espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

Para a execução da estabilização granulométrica da base ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas;

Logo o controle geométrico da base deve ser o mesmo do sub-leito, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

A espessura da camada de base compactada não deve ser inferior a 15 cm, verificando eixo e bordos;

O controle tecnológico da base deve atender os seguintes critérios:

a) Para cada “pano” de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade “in situ”, calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;

b) O serviço será considerado aprovado desde que apresente um $GC \geq 100\%$ do Proctor Intermediário e umidade “in situ” variando $\pm 2\%$ da umidade ótima de laboratório.

Imprimação: É a operação que consiste na impregnação com asfalto da parte superior de uma camada de base de solo granular já compactada, através da penetração de asfalto diluído aplicado em sua superfície, objetivando conferir:

a) uma certa coesão na parte superior da camada de solo granular, possibilitando sua aderência com o revestimento asfáltico;

b) um certo grau de impermeabilidade que, aliado com a coesão propiciada, possibilita a circulação dos veículos da obra ou mesmo do tráfego existente, sob as ações de intempéries, sem causar danos à camada imprimada;

c) garantir a necessária aderência da base granular com o revestimento tipo asfáltico, tratamento ou mistura.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

O ligante asfáltico indicado, de um modo geral, para a imprimação é o asfalto diluído do tipo CM-30, admitindo-se o tipo CM-70 somente em camadas de alta permeabilidade, com consentimento escrito da fiscalização;

A taxa de asfalto diluído a ser utilizada é de 0,8 a 1,2 litros/m², devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra a taxa ideal, observando durante 24 horas aquela taxa que é absorvida pela camada sem deixar excesso na superfície;

Os equipamentos utilizados para a execução da imprimação são os seguintes: vassoura mecânica rotativa, podendo ser manual esta operação; caminhão espargidor, espargidor manual, para distribuição homogênea do ligante;

A execução da imprimação deve atender os seguintes procedimentos:

- a) Após a perfeita conformação geométrica da camada granular, procede-se a varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente;
- b) Proceder ao banho com o asfalto diluído, na taxa e temperatura compatíveis com seu tipo, de maneira mais uniforme possível;
- c) Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada para o trânsito;
- d) A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, deve-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir retiradas.

Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

O controle tecnológico da taxa de ligante aplicada na camada de base deverá ser verificada a cada “pano” de 100 m de comprimento, correspondente ao eixo longitudinal do caminhão.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

REVESTIMENTO – Concreto Betuminoso Usinado à Quente

CONCEITOS BÁSICOS

Também chamado de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e material betuminoso, espalhada e comprimida a quente.

É a mistura de mais alta qualidade, em que um controle rígido na dosagem, mistura e execução deve atender a exigências de estabilidade, durabilidade, flexibilidade e resistência aos deslizamentos preconizados pelas Normas Construtivas.

Propriedades fundamentais das misturas de concreto betuminoso: Durabilidade, flexibilidade, estabilidade e resistência ao deslizamento.

Pode ser composto de: Camada de nivelamento, camada de ligação (Binder) e camada de desgaste ou rolamento.

Geralmente são utilizados os seguintes materiais na composição de um concreto asfáltico:

Materiais betuminosos: CAP 30/45, 55/75, 85/100.

Agregados graúdos: Pedra Britada, escória britada, seixo rolado britado ou não.

Agregados miúdos: areia natural ou artificial, pó de pedra ou mistura de ambos.

Peneir	%	mínima
nº40	10	
nº80	95	
nº200	65	

PROPRIEDADES BÁSICAS



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Estabilidade: É a habilidade da mistura oferecer resistência à deformação sob o efeito da aplicação de cargas. Simboliza a resistência ao cisalhamento da mistura, onde o atrito é desenvolvido no arcabouço sólido e a coesão fornecida pelo betume.

O atrito depende da granulometria, forma e resistência dos agregados.

A coesão é função da velocidade com que se processa o carregamento, da área, da viscosidade do betume, da temperatura, etc.

Durabilidade: É a resistência oferecida pela mistura à ação desagregadora de agentes climáticos e forças abrasivas resultantes da ação do tráfego.

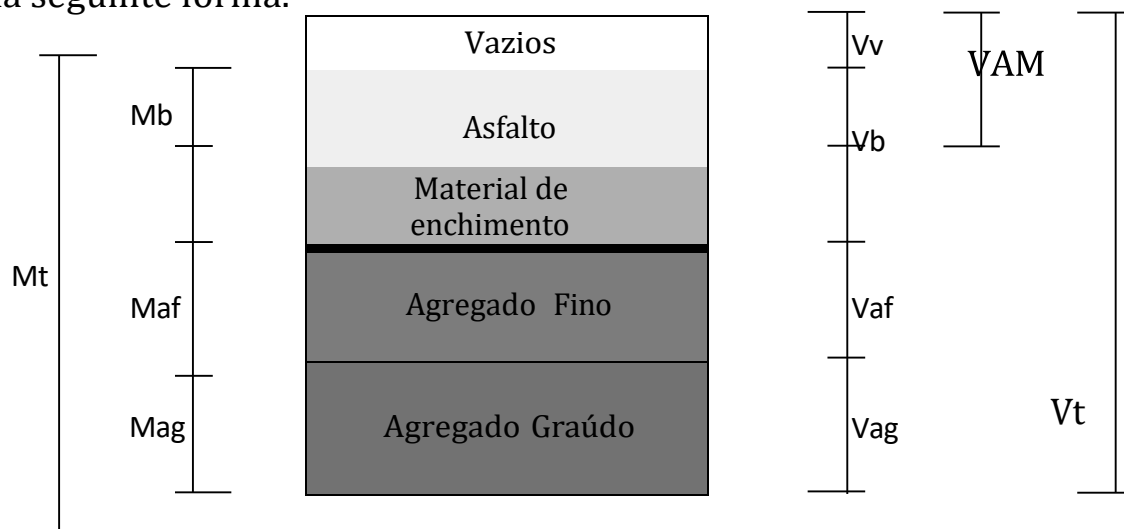
Fatores determinantes: teor de betume e resistência à abrasão do agregado.

Flexibilidade: É a habilidade da mistura fletir repentinamente sem que ocorra ruptura e de acomodar-se aos recalques diferenciais ocorridos nas camadas de base.

Resistência ao deslizamento: É a habilidade da superfície da mistura evitar o deslizamento dos pneus. É função da qualidade do agregado, do teor de betume e textura superficial.

Constituição da mistura

Uma mistura de concreto asfáltico pode ser representada esquematicamente da seguinte forma.





PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

As usinas para estas misturas betuminosas podem ser descontínuas (de peso) ou usinas contínuas (de volume). Deverão ter unidade classificadora de agregado, misturadores capazes de produzir mistura uniforme, termômetro na linha de alimentação de asfalto, termômetro para registrar a temperatura dos agregados.

Os depósitos de material betuminoso são providos de dispositivos para aquecer o material (serpentina elétrica) e não devem ter contato com chamas.

Os depósitos para agregado são divididos em compartimentos (silos).

As acabadoras são usadas para espalhar e conformar a mistura nos alinhamentos, nas cotas de projeto e abaulamentos requeridos.

Os equipamentos para compressão normalmente usados são os rolos metálicos lisos, tipo tandem ou rolos metálicos liso vibratório com carga de 8 a 12 ton e rolos pneumáticos auto-propulsores que permitam a calibragem dos pneus 35 a 120 lib/pol², com peso variando de 5 a 35 ton.

Os caminhões basculantes são usados para transporte da mistura devem ser providos de lonas.

EXECUÇÃO

A temperatura de aplicação depende do tipo de ligante, sendo que as especificações para o concreto asfáltico fixam as faixas de viscosidade para o espalhamento e compressão. Conhecendo-se a curva Viscosidade-Temperatura do ligante betuminoso (CAP) utilizado, determina-se a temperatura ideal para as operações de espalhamento e compressão através de correlação com o valor da viscosidade indicada na especificação.

- A especificação para CBUQ do DNER (DNER-ES-313/94) determina que a viscosidade.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

- do CAP para espalhamento e compactação deve estar entre 75 e 95

SSF. Normalmente os limites para a aplicação do CBUQ devem estar entre 107º C e 177º C.

- Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10º a 15ºC acima da temperatura do ligante.
- A temperatura ambiente deve estar acima de 10º C e tempo não chuvoso.
- A rolagem deve ser iniciada com baixa pressão dos pneus e sendo aumentada aos poucos. À medida que se eleva a pressão dos pneumáticos a área de contato pneu- pavimento vai diminuindo, causando uma maior pressão de compactação. Esta operação deve ser feita dos bordos para o eixo (nos casos de trechos em tangente) e do bordo mais baixo para o mais alto (nos casos de trechos em curva). Cada passada deve recobrir pelo menos a metade da largura rolada anteriormente.
- Abertura ao tráfego deve ser feita somente após o completo resfriamento da mistura.

CONTROLE TECNOLÓGICO

Normalmente são feitos os seguintes controles:

Qualidade do material betuminoso: feita através dos ensaios de Penetração, Ponto de Amolecimento, Viscosidade, Ponto de Fulgor.

Qualidade dos agregados: feita através dos ensaios de Granulométrica, “Los Angeles”, Índice de Forma, Equivalente de areia, etc.

Quantidade de ligante na mistura: feita mediante o ensaio de Extração de betume, em amostras coletadas na pista para cada 8 horas de trabalho.

Controle da graduação da mistura de agregados: pelo ensaio de granulométrica dos agregados resultantes da extração de betume (enquadrar nas especificações).



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

Controle da temperatura: deverá ser controlada a temperatura do agregado no silo quente da usina, do ligante na usina, da mistura betuminosa na saída do misturador da usina e da mistura no momento do espalhamento e início da rolagem.

Controle da espessura: permite-se uma variação de 10% da espessura de projeto.

Controle do acabamento da superfície: permite-se uma tolerância de 0,5 cm entre dois pontos.

DOSAGEM DE CONCRETO ASFÁLTICO

Após a definição dos materiais a serem empregados na mistura asfáltica (agregados, filer e tipo de ligante) passa-se a dosagem do concreto betuminoso, onde o teor de asfalto residual é o item fundamental.

Para a dosagem do concreto betuminoso, normalmente devem ser vencidas as seguintes etapas:

1ª - Escolha dos agregados e material betuminoso

2ª - Determinação das porcentagens com que os agregados (grosso e fino) e filer devem contribuir na mistura de modo a atender as especificações com relação a granulométrica. Este item já foi visto no item “mistura de agregados” onde foram estudados vários métodos de mistura (analítico, gráficos, tentativas).

3ª - Determinação do teor ótimo de betume. Esta operação pode ser feita por tentativas, aonde se vai variando o teor de asfalto e comparando os resultados de ensaios de estabilidade para vários teores estudados. Existem outros processos que dão ideia bem aproximada do teor de asfalto como o método da área específica ou o método dos vazios.

4ª - Comparação da mistura estudada com as exigências das especificações com relação aos vazios de ar, vazios do agregado mineral, granulométrica e estabilidade. Não sendo satisfeitas estas condições, dosa-se novamente a



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

mistura.

PARAMETROS DE INTERESSE

a) Densidade Aparente da mistura (d)

- $d = \frac{M}{M - M_a}$ sendo: M = massa do corpo de prova
 - M - M_a M_a = massa do corpo de prova imerso em água.

Finalidades:

Cálculo da % de vazios do agregado mineral (Exigência de projeto).

Controle de compactação durante a construção.

b) Densidade Máxima Teórica da mistura (DMT)

É a densidade da mistura asfáltica suposta sem vazios. É a relação entre a massa total da mistura (100%) e os volumes correspondentes ao “cheios” da mistura:

$$DMT = \frac{M_t}{V_b + V_f + V_{af} + V_{ag}} \quad DMT = \frac{100}{\frac{\%b}{D_b} + \frac{\%f}{D_f} + \frac{\%af}{D_{af}} + \frac{\%ag}{D_{ag}}}$$

Sendo:

- %a, %f, %af, %ag □ % com que cada componente que entra na mistura



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

- D_b, D_f, D_{af}, D_{ag} □ Densidade (real ou aparente) de cada componente da mistura

c) Porcentagem de Vazios na mistura (V_v)

- É a relação entre o volume de vazios ocupado pelo ar e o volume total da mistura.
- Misturas com elevada % V_v podem levar a ocorrência de oxidação excessiva do ligante betuminoso, reduzindo a vida útil do concreto asfáltico, além de proporcionar permeabilidade ao ar e água.
- Misturas com baixo % V_v levam a ocorrência do fenômeno da exsudação.

- $V_v = \frac{D - d}{D} \times 100$
 - D

d) Porcentagem de Vazios do Agregado Mineral (VAM)

- É o volume total de vazios dado pela soma dos vazios da mistura mais o volume ocupado pelo asfalto.
- Este parâmetro é de grande interesse. Se a mistura betuminosa sofrer uma consolidação devido a ação do tráfego, sua plasticidade poderá ficar acrescida, pois a % de betume que preenchia os vazios dos agregados pode tornar-se excessiva, devido à redução do volume de vazios. Este fenômeno poderá levar o revestimento a deformação, deslocamentos e rupturas.
- A % VAM é normalmente fixada em função do diâmetro máximo do agregado da mistura:



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

o $VAM = V_v + V_b$.

o $VAM = \frac{D - d}{d} \cdot 100 + \frac{d}{D} \cdot 100\%$

e) **Relação Betume-Vazios**

- Esta relação indica qual a porcentagem de vazios do agregado mineral é preenchida por betume.

o $\% RBV = \frac{V_b}{VAM}$ Ou $\% RBV = \frac{VAM - V_v}{VAM}$

- Se $VAM = 100$ todos os vazios da mistura estariam preenchidos de asfalto. Se $VAM = 0$ mistura sem asfalto.
- Na dosagem do concreto betuminoso podem ser usados vários métodos como por exemplo: Marshall, Hubbard Field, Triaxial, Hveem, Ruiz e mais recentemente a metodologia SUPERPAVE do programa americano SHRP.
- O Município de Aparecida de Goiânia adota o que os organismos rodoviários brasileiros (DNER, DER^S, etc.) recomendam, que é o **método Marshall** para dosagem do concreto betuminoso. Este método foi criado pelo Engenheiro Bruce Marshall e baseia-se na determinação da estabilidade empregando o princípio do corte em compressão semiconfinada. Este processo é utilizado tanto para projeto de misturas como para controle de campo.

O método Marshall



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

a) Estudo da mistura de agregados

- Nesta fase preliminar são determinadas as principais características dos agregados escolhidos como por exemplo a massa específica real e aparente dos agregados, a porcentagem de vazios dos agregados e a granulométrica.
- Conhecidos os materiais e estando de acordo com as especificações, passa-se ao estudo da mistura dos agregados, de modo a atenderem à especificação granulométrica do Concreto Asfáltico, ou seja, os agregados devem ser misturados em proporções de modo a se enquadrarem nas faixas granulométricas pré-estabelecidas (vide especificações para o Concreto Asfáltico do DNER, dadas a seguir).

b) Determinação do teor ótimo de ligante

- Utilizando-se agregados razoavelmente bem graduados, os vazios existentes entre as partículas deverão ser preenchidos com ligantes. O teor de asfalto deve ser progressivamente aumentado de modo a preencher os vazios de ar até que os espaços vazios do agregado mineral estejam cheios ao máximo permitido. Ao se aumentar o teor de ligante além de um certo ponto, não se conseguirá uma máxima consolidação.
- A medida que se varia o teor de ligante, a densidade, a estabilidade, a fluência, a porcentagem de vazios da mistura, a relação betume-vazios também sofre variação. O teor ótimo de ligante será aquele que satisfizer, ao mesmo tempo, os limites especificados para os vários parâmetros de interesse.
- O teor ótimo de ligante pode ser expresso através da porcentagem de asfalto, em peso, em relação à mistura ou através da porcentagem de asfalto, em peso, em relação aos agregados.
- Suponhamos 3 materiais (Agregado graúdo = 65%, Agregado miúdo = 31% e Filler = 4%) que satisfaçam a uma determinada faixa granulométrica. Suponhamos também que a porcentagem encontrada para o asfalto seja 6%, sobre 100% da mistura de agregados. Temos então duas maneiras de



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

explicitar o traço da mistura:

• Brita:	65%	65% / 106% =
61,32%	Ex.:	
• Areia:	31%	31% / 106% =
29,25%	65	106
• Cimento	4% / 106% = 3,77%	<u>x</u> 100 □ x
<u>100 x 65</u>		
106		
□ Asfalto: 6% / 106% = <u>5,66%</u>		x = 61,32
100%		

c) **Determinação dos parâmetros de interesse e das características Marshall da mistura**

- No ensaio Marshall o principal aspecto de interesse é a análise de fatores como densidade, vazios, estabilidade e fluência.
- São moldados Corpos de Prova com teores crescentes de asfalto (4 a 8%). As proporções de agregados e filer são definidas previamente através de estudo específico. Os corpos de prova tem a forma cilíndrica, apresentando aproximadamente 10 cm de diâmetro e 6,35 cm de altura e são compactados através de soquete que age sobre a mistura em um cilindro padronizado.
- Após a confecção dos corpos de prova podem ser calculados os seguintes parâmetros: Densidade Real e Aparente (D,d), Porcentagem de Vazios (%vv), Porcentagem dos Vazios do agregado Mineral (%VAM) e Relação Betume-Vazios (RBV).
- Feitos estes cálculos iniciais, os corpos de prova são aquecidos até atingirem 60º e submetidos aos ensaios de Estabilidade e Fluência Marshall.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

- Entende-se por estabilidade como sendo a grandeza que mede a resistência da massa asfáltica à aplicação de carga. Determina a carga máxima que a massa asfáltica pode suportar.
- O ensaio de estabilidade Marshall é feito por cisalhamento e não por compressão, pois sendo o concreto asfáltico uma camada de rolamento, o maior esforço solicitante é dado pela ação do tráfego, que é de cisalhamento, devido às cargas horizontais. Normalmente é expresso em Kg.
- A fluência é a medida do quanto a massa asfáltica pode “andar” (esmagar, deformar) sob ação cisalhante sem se romper. É a medida da elasticidade da massa.
- Se uma massa asfáltica “andar” muito, acarretará esmagamento da mistura e em consequência, ondulação à pista. É inconveniente também que a massa asfáltica “ande” pouco, pois ao sofrer ação de elevado carregamento, sem capacidade de mover-se, pode trincar.
- A determinação da Resistência à Tração e do Módulo de Resiliência do concreto asfáltico será vista no capítulo 10.

d) **Especificações do DNIT (DNIT-ES 031/2006)**

Granulometria



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	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%

Características específicas

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

Vazios do Agregado Mineral



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

O controle tecnológico deverá ser feito de acordo com as recomendações constantes nas “Especificações de Serviços (ES)” e normas do Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes-DNIT.

3 - OBRAS COMPLEMENTARES

3.1- PASSEIOS

3.1.1- ATERRO MANUAL DE VALAS COM SOLO ARGILO-ARENOSO E COMPACTAÇÃO MECANIZADA

Trata-se de serviço de lançamento e regularização de vala de forma manual, para execução da base da calçada, com emprego de solo argilo-arenoso. A compactação será executada mecanicamente através de placa de compactação.

3.1.2 – CALÇADA

Será executado em concreto moldado in loco fck 20mpa, com lançamento e adensamento. O elemento estrutural ficará a critério da CONTRATADA, cabendo-lhe sempre a responsabilidade pelo controle de qualidade, a CONTRATADA deverá providenciar todos os equipamentos e instalações que se fizerem necessária, para a determinação dos traços mais convenientes à execução da obra e para o preparo dos concretos nas condições de qualidade fixadas para cada caso.

O preparo de concreto estrutural no canteiro de serviços deverá ser feito através de amassamento mecânico que atenda as determinações da NBR-



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

06118, no que diz respeito aos tempos mínimos de amassamento, de modo a fornecer concretos homogêneos.

Deverá ser executado junta de dilatação com material plástico a cada metro como acabamento convencional não armado.

A calçada possuirá largura mínima de 1,50m e espessura mínima de 8 cm conforme projeto e orçamento base.

3.1.3 – RAMPAS E ACESSIBILIDADE

Para a execução das rampas e acessos o meio-fio existente deverá ser rebaixado. As rampas serão em concreto desempenado $e=8\text{cm}$ para acesso de pedestres e de veículos – fck 20MPa.

As rampas para deficiente serão em concreto armado, com contorno em piso tátil alerta conforme demonstrado no detalhe do projeto específico, para a perfeita execução nas ruas. As calçadas serão na largura mínima de 1,20 metros, conforme manda a norma NBR9020, pois em função caixa da via não nos permite.

Para garantir a acessibilidade nas ruas, foi feito o projeto de implantação de rebaixamentos de calçada para o livre acesso de cadeirantes. Devido o espaço limitado para a execução de calçadas que permitam a locação do rebaixamento com inclinação transversal ao leito carroçável, houve a necessidade de se implantar o rebaixamento de calçadas estreitas, como ilustra figura 96 da NBR 9050 2015.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

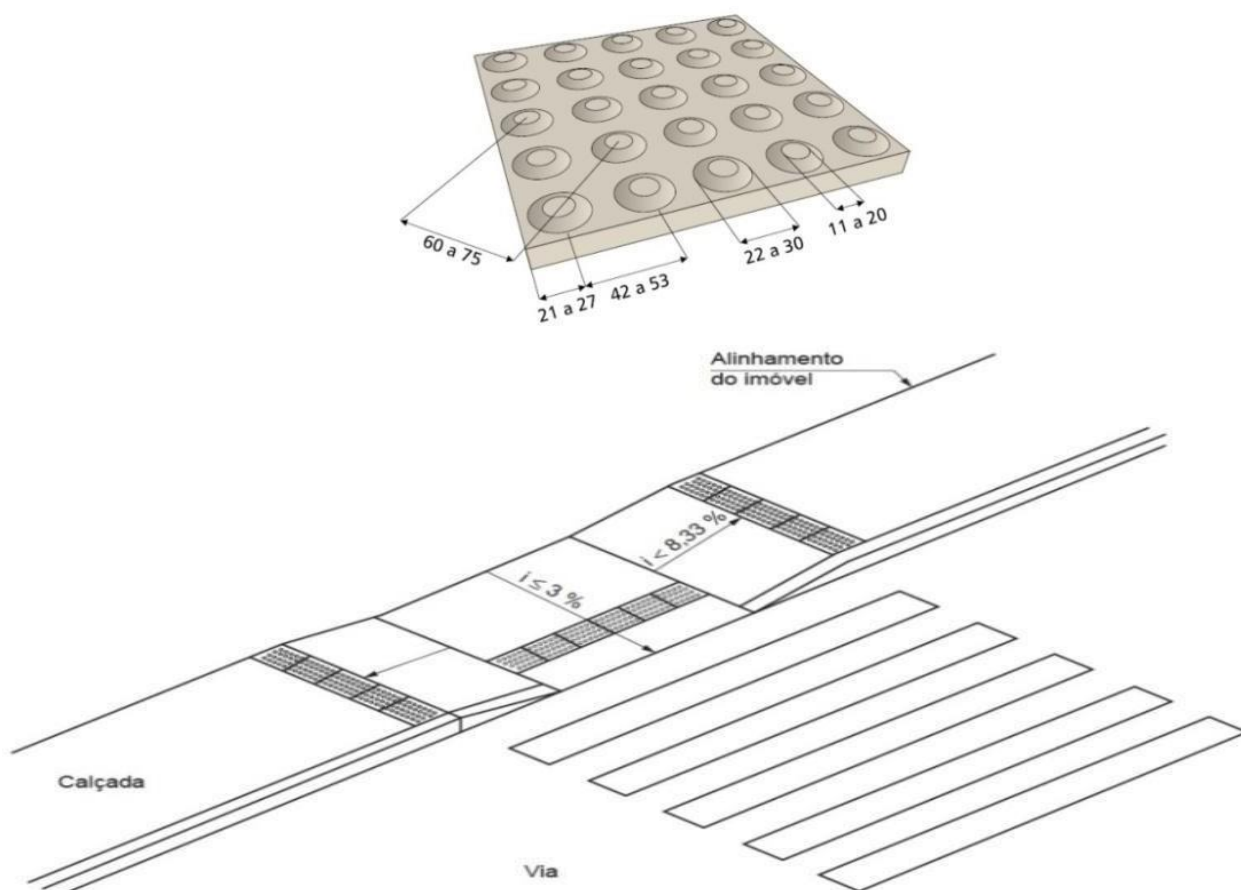


Figura 96 – Rebaixamentos de calçadas estreitas

Este modelo de rebaixamento de calçada deverá ser implantado devidamente nos locais indicados em planta e locação de 97,50m² pisos táteis de alerta 25x25cm como ilustra figura acima e em projeto anexo.

3.2- DRENAGEM SUPERFICIAL

3.2.1 – GUIAS

A guia tem como função definir os limites do passeio e do leito carroçável. As guias também podem ser chamadas de “meio-fio”. A dimensão da guia pode melhorar a capacidade hidráulica. O Departamento Nacional de Infraestruturas de Transporte (DNIT) traz em seu álbum de projetos alguns tipos de meio-fio



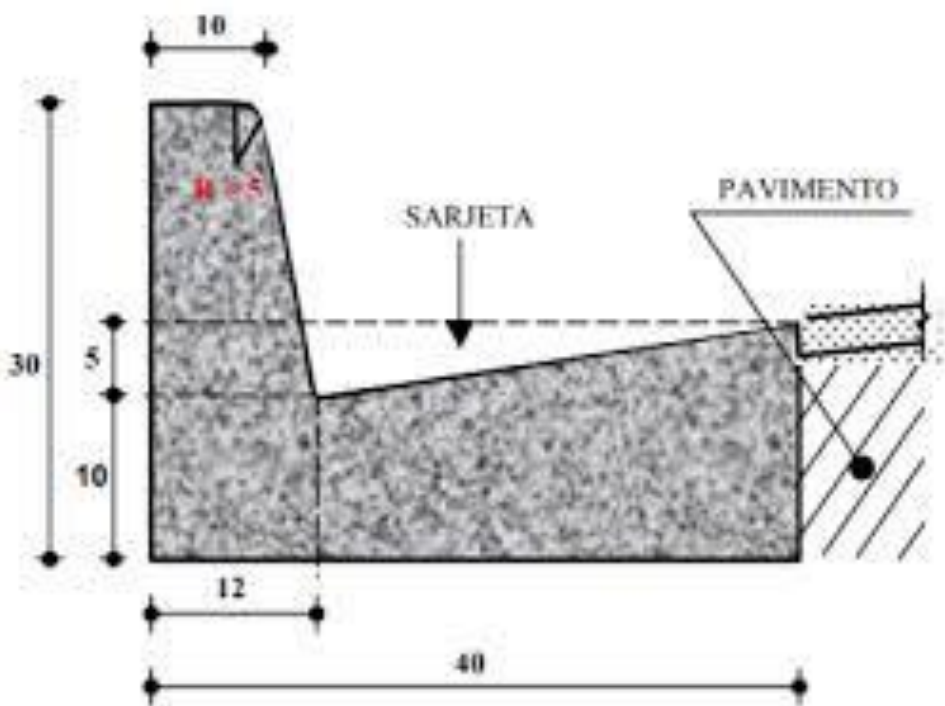
PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

de concreto. Em geral são pré-moldados ou moldados in loco com auxílio de formas deslizantes.

3.2.2 – SARJETA E SARJETÕES

As sarjetas são utilizadas para fixar as guias e escoar a água. Devido à declividade das ruas, a água corre principalmente pelas sarjetas, que podem ser triangulares ou trapezoidais e podem conter grama em seu interior. Elas são de concreto simples moldado in loco ou são feitas de paralelepípedo argamassados na execução das sarjetas, deve-se tomar cuidado na sua ligação com o asfalto pois, com a retração, pode-se criar uma fenda que possibilita a infiltração de água e pode levar a desagregação do asfalto.



3.3 – SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

3.3.1-Materiais das placas

A tinta a ser utilizada neste projeto para a pintura das placas será feita em pintura eletrostática. De acordo com o manual brasileiro de sinalização vertical, para a segurança das vias, não deve ser utilizada tinta brilhante ou películas retrorrefletivas do tipo “esferas expostas”. O verso da placa deverá ser na cor preta, fosca ou semi fosca.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

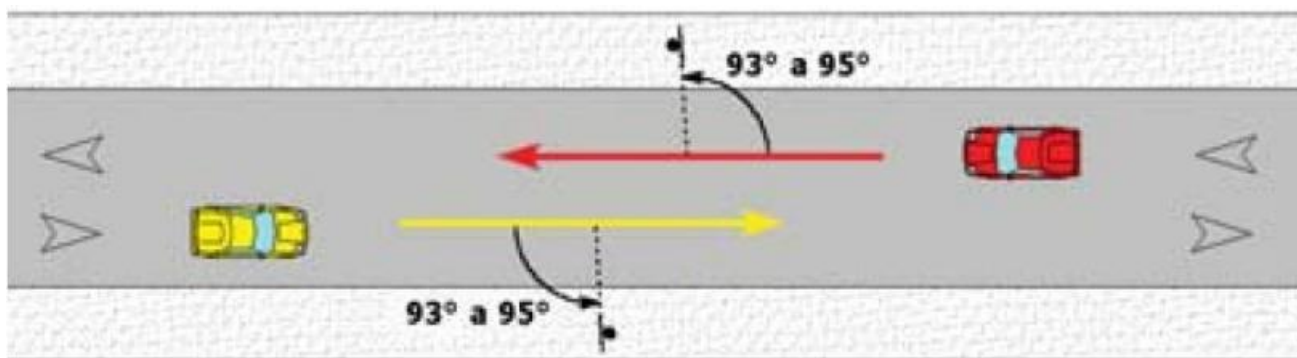
2025/2028

3.3.2 - Suporte das placas

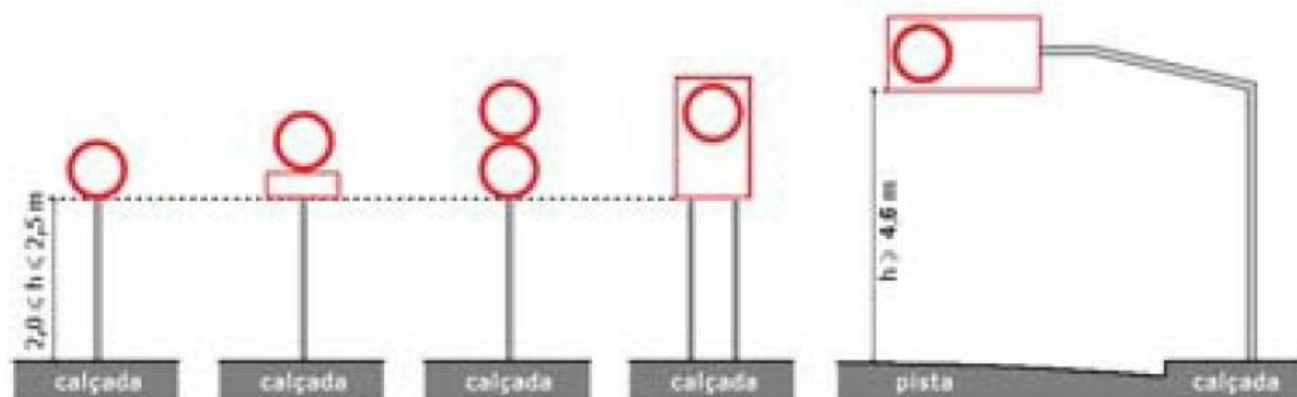
Para este projeto o suporte para a fixação das placas deverá ser confeccionado em aço galvanizado, e a fixação da placa no suporte, serão feitas através de braçadeiras de aço. Os suportes devem possuir cores neutras e formas que não interfiram na interpretação do significado do sinal, e nem constituir obstáculos à segurança de veículos e pedestres.

3.3.3 Posicionamento da placa na via

Conforme o manual de sinalização vertical, as placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo do tráfego.



Nas vias urbanas, aborda inferior da placa colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,00 a 2,50 metros em relação ao solo.



Para as sinalizações horizontais presentes neste projeto, deverão ser aplicados os seguintes critérios abaixo:



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOÍÁS

2025/2028

- Amarela: tem a função de separar movimentos veiculares de fluxos opostos; regulamentar ultrapassagem e deslocamentos laterais; delimitar espaços proibidos para estacionamento e ou parada e demarcar obstáculos transversais à pista (lombada).

- Branca: tem a função de separar movimentos veiculares de mesmo sentido; delimitar áreas de circulação; delimitar trechos de pista, destinadas ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; regulamentar faixas de travessias de pedestres; regulamentar linhas de transposição e ultrapassagem; demarcar linha de retenção e de linha de “Dê a preferência” e inscrever, setas símbolos e legenda.

Segundo o manual de sinalização horizontal, a utilização das cores deve ser feita obedecendo-se o aos critérios do **padrão Munsell** abaixo ou outro que venha a substituir, de acordo com as normas da ABNT.

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

A escolha do material mais apropriado para cada situação deve se considerar os seguintes fatores: natureza do projeto (provisório ou permanente), volume e classificação do tráfego, qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, dentre outros. Na sinalização horizontal podem ser utilizadas tintas, massas plásticas de dois componentes, massas termoplásticas, plásticos aplicáveis a frio, películas pré-fabricadas, dentre outros.

4 – SINALIZAÇÕES VERTICAIS DE REGULAMENTAÇÃO



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

Conforme o manual brasileiro de sinalização vertical de regulamentação, as sinalizações horizontais tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Sendo assim, nos locais indicados em projeto, deverão ser implantados os seguintes tipos de sinalização vertical de regulamentação:

4.1- “PARADA OBRIGATÓRIA” (R-1)

Este sinal de regulamentação tem por finalidade determinar o fluxo de veículos que devem parar. Conforme o projeto será implantado trinta e uma unidades deste modelo.



Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca

4.2 - VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA (R-19)

Este sinal de regulamentação tem por finalidade, determinar o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular na pista ou faixa. Conforme o projeto será implantado dezesseis unidades deste modelo.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028



Forma	Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO PROIBIÇÃO	Fundo	Branca
	Símbolo	Preta
	Tarja	Vermelha
	Orla	Vermelha
	Letras	Preta

5.0 - PLACAS DE LOGRADOURO

Para a identificação da Rua das Flores e Rua das Orquídeas, foi necessária a implantação de placas de logradouro, fixadas do lado direito, no início e no final de cada rua, de acordo com o projeto. As placas deverão ser confeccionadas em chapa de aço galvanizada esmaltada de dimensão 25x50cm, fixada em poste de aço galvanizado de 2,50 de altura por 2". Dessa forma deverão ser implantadas quatorze unidades desta.





PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

6.0 – SINALIZAÇÕES HORIZONTAIS

Compostas por marcas, símbolos e legendas apostos sobre o pavimento, as sinalizações horizontais tem por finalidade fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e a fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizando e orientando os usuários das vias, como determina o manual brasileiro de sinalização horizontal.

LINHA DE BORDO (LBO) Cor branca

Tem a função de delimitar, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais. Esta marca longitudinal deverá ser implantada na cor branca com espessura de 0,10cm em todo o percurso das vias a serem sinalizadas, de acordo a indicação do projeto.

LINHA SIMPLES CONTÍNUA (LFO-1) Cor amarela

Conforme implantado em projeto a marcação LFO-1 terá a função de dividir fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem é proibida para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro. Esta deverá ser implantada na cor amarela com espessura de 0,10 cm e comprimento variável, de acordo com projeto.

LINHA SIMPLES CONTÍNUA (LFO-1) DE APROXIMAÇÃO Cor amarela

De acordo com o projeto, a marcação LFO-1 terá a função de aproximação de intersecções com comprimento de 15m contado a partir da linha de retenção e espessura de 0,10cm. Esta deverá ser implantada de acordo com indicação no projeto.

LINHA SIMPLES SECCIONADA (LFO-2) Cor amarela

Tem a função de delimitar o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Esta deverá ser implantada na cor amarela. Espessura de 0,10cm, comprimento de 2m com relação de 1:3, em todo o percurso das vias a serem sinalizadas de acordo com indicação em projeto.



PREFEITURA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA-GOIÁS

2025/2028

LINHA DE RETENÇÃO (LRE) Cor branca

Tem a função de indicar ao condutor o local limite em que deve parar o veículo. Esta deve ser locada a uma distância mínima de 1,00 do prolongamento do meio fio da pista de rolamento transversal. Esta deverá ser implantada na cor branca com espessura de 0,40cm e comprimento variável de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização Horizontal.

LEGENDA “PARE”

Esta marcação deve ser posicionada, no mínimo, a 1,60m antes da linha de retenção, centralizada na faixa de circulação em que está inscrita. Esta deve ser utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-1 (“Parada obrigatória”), conforme implantação em projeto e de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização Horizontal.

São Miguel do Araguaia, 21 de julho de 2025.

Marleide B. Rios
Eng. Civil CREA 17.329/D-GO