



**ZINIT ENGENHARIA**  
Engenheiro Civil Alexandre Araújo Correia  
E-mail: zinit.eng@gmail.com / aa.correia14@gmail.com  
Contato: 37 98838-7766

# **ZINIT ENGENHARIA**

## **LOTEAMENTO RESIDENCIAL MIRANTE DA CANASTRA**

### **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

**Assunto:** Projeto de pavimentação asfáltica

**Interessado:** DIAMANTE DA CANASTRA LTDA

**CNPJ:** 43.157.461/0001-85

**Local:** Local denominado Vale da Canastra, Vargem Bonita/MG

**Responsável Técnico:** Alexandre Araújo Correia

**CREA:** 208.643/D-MG



## **Objetivo**

Este memorial descritivo tem como objetivo detalhar o método de execução da pavimentação asfáltica do tipo Tratamento Superficial Duplo (TSD) no empreendimento Loteamento Residencial Mirante da Canastra, assegurando que os procedimentos estejam em conformidade com as normas estabelecidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e resoluções vigentes. Adicionalmente, aborda os métodos de dimensionamento para trânsito urbano leve, qualidade e granulometria dos materiais utilizados.

## **Descrição Técnica**

### **1. Tratamento Superficial Duplo (TSD)**

O TSD consiste na aplicação sequencial de camadas de ligante asfáltico e agregados minerais sobre uma superfície previamente preparada, formando uma estrutura de alta resistência e durabilidade. Este tipo de pavimentação é indicado para vias de tráfego leve a médio e apresenta vantagens como custo reduzido e rapidez na execução.

### **2. Dimensionamento**

O dimensionamento da estrutura de pavimento será realizado conforme as diretrizes do DNIT, considerando as características do tráfego urbano leve. Os seguintes critérios serão aplicados:

- Determinação do Índice de Suporte Califórnia (CBR) da base para cálculo da espessura das camadas.
- Estudo de distribuição de carga e capacidade de suporte para adequação às condições locais.
- Utilização de modelos empíricos e mecanísticos, conforme especificado no DNIT 006/2018 – ES, para assegurar a durabilidade do pavimento.

#### a) Número "N"

O Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2t para período de projeto de 8 anos (abertura em 2023 e final da vida útil em 2031), conforme SUDECAP, adotando os fatores de veículos do USACE, para os dois segmentos homogêneos em termos de tráfego corresponde a  $N = 3,00 \times 10^4$ , considerando recomendações do SUDECAP.



b) Subleito e Classificação Quanto à Resiliência

Para o dimensionamento do pavimento novo das variantes são utilizados os índices de CBR obtidos a partir de ensaios em amostras de solo a serem coletadas no local, cujo valor mínimo utilizado é 10%.

- Os solos constituintes do subleito foram classificados de acordo com os parâmetros de resiliência, através da percentagem de silte na fração que passa na peneira 200, como solos tipo II.

c) Número de Repetições de Eixo Simples

A metodologia a ser adotada, será a descrita do Procedimentos de Projetos Padrão do SUDECAP, que seria a referência mais próximo do presente estudo.

Tipo de Via	Função Predominante	Tráfego Previsto	VDM inicial na faixa mais carregada		Nº "N"
			Veículos Leves	Ônibus e Caminhões	
V-1	Local residencial	Muito Leve	100	3 a 20	$1 \times 10^3$ a $3 \times 10^4$
V-2	Via Local 1 Linha de Ônibus	Leve	101 a 400	21 a 100	$4 \times 10^4$ a $3 \times 10^5$
V-3	Via Coletora < 3 Linhas de Ônibus	Médio	401 a 1.500	101 a 500	$4 \times 10^5$ a $3 \times 10^6$
V-4	Via Coletora > 3 Linhas de Ônibus	Médio Pesado	1.501 a 5.000	501 a 1.000	$4 \times 10^6$ a $1 \times 10^7$
V-5	Via Arterial	Pesado	5001 a 10.000	1.001 a 1.999	$2 \times 10^7$ a $3 \times 10^7$
V-6	Via Arterial Principal Ou Expressa	Muito Pesado	>10.000	$\geq 2.000$	$4 \times 10^7$ a $2 \times 10^8$

Tabela 38: Classificação de Vias do Município de Belo Horizonte - Sudecap / 2002

Figura 1 - Tabela 38 do Procedimento de Projetos de Pavimentação da SUDECAP

Pela tabela supracitada (Tabela 38 retirada do Capítulo 13 do Procedimento de Projetos da SUDECAP), todas as ruas do presente empreendimento, é considerado igual ao padrão ou inferior de via V-1 (Via Local Residencial), por se tratar de um condomínio fechado e ser submetido a um tráfego muito leve e exclusivo, sendo adotado o valor de  $N_{usace} = 3 \times 10^4$ .

d) Coeficientes de Equivalência Estrutural

Os valores dos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais constituintes das camadas do pavimento, em relação à camada de base granular tomada com  $K = 1,00$  são os seguintes, conforme estipulado pelo DNER:

- Revestimento em CBUQ:  $K_r = 2,0$ ;
- Camada de base granular:  $K_b = 1,0$ ;



## **Dimensionamento do Pavimento**

### *Método da Resiliência*

Procedeu-se o dimensionamento do pavimento pelo “**Método da Resiliência**”, através das seguintes etapas:

- Etapa 1 - Definição do número de operações do eixo padrão de 8,2tf para o período de projeto;
- Etapa 2 - Definição do valor do CBR do subleito de projeto;
- Etapa 3 - Classificação do solo do subleito quanto à resiliência: solo tipo I, solo tipo II e solo tipo III.
- Etapa 4 - Determinação da espessura equivalente do pavimento ( $H_t$  ou  $R$ ), a partir do CBR do subleito e do número  $N$ .
- Etapa 5 - Cálculo da deflexão prevista na superfície do revestimento:  $D = D_p$ .
- Etapa 6 - Cálculo da espessura da camada granular que engloba as camadas de base e sub-base:  $H_{CG}$  ou  $H_{20}$ .

### **Método do DNER**

De acordo com o "Método de Dimensionamento DNER", a espessura de cada camada do pavimento, é calculada em função do tráfego e do CBR do subleito. O SUDECAP, nas vias de tráfego muito leve, não possui indicações referente à espessura da capa asfáltica, que é o revestimento betuminoso, então será adotada a espessura mínima indicada para vias de tráfego médio:

- $H_t, R$  ou  $e = 3,0$  cm para  $10^4 < N \leq 3 \times 10^4$  - Para todas as vias projetadas.

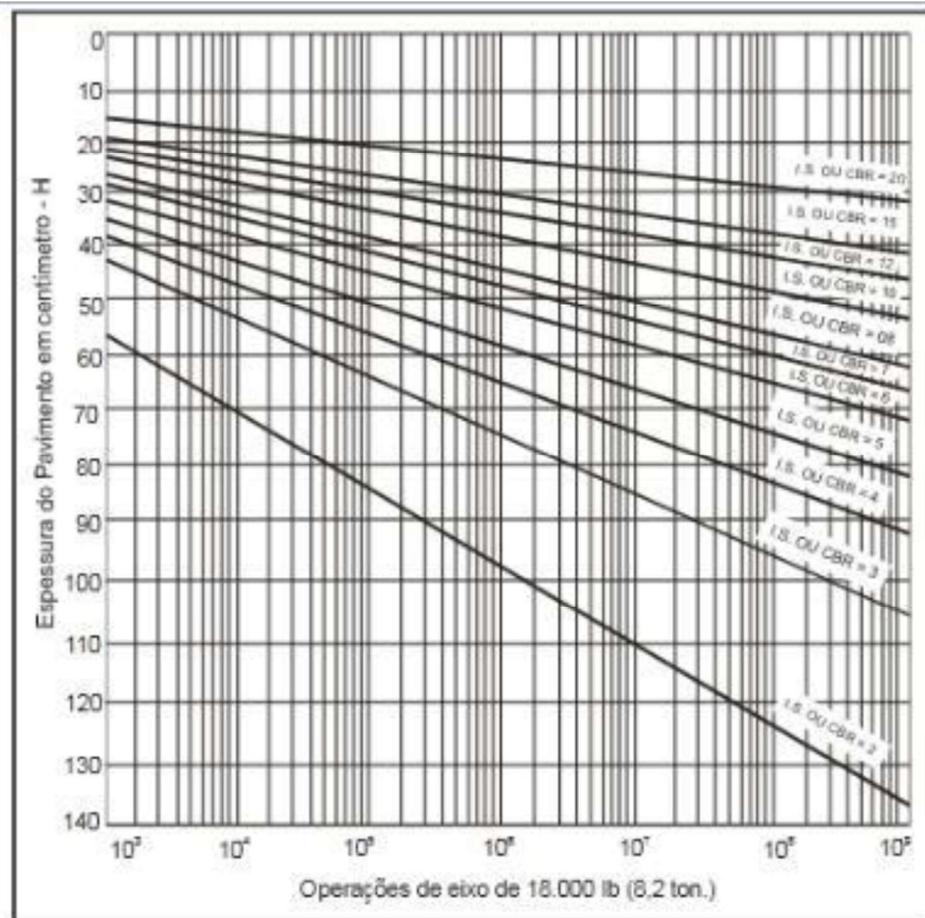


Figura 2 - Abaco do DNER para determinar a espessura do H<sub>20</sub>

As espessuras de cada camada são calculadas em função das seguintes inequações, considerando H<sub>CG</sub> ou H<sub>20</sub>=25:

- $R \times K_r + B \times K_b > H_{20}$ ; (base estabilizada granulometricamente)  
 $3 \times 2 + B \times 1 > 25$   
 $B > 25 - 6 = 19\text{cm}$

### Dimensionamento Recomendado

Apresenta-se a seguir o dimensionamento recomendado definido após os cálculos utilizando as duas metodologias citadas, efetuados através da planilha eletrônica *DimPavs*. As espessuras dos elementos estruturais adotados para todas as vias, serão os seguintes:

- Regularização do subleito: 20,00cm; (estimado para o tratamento da superfície que será aplicada a estrutura do pavimento)
- Base: 20,00cm
- Revestimento – CBUQ: 3,00cm.



### **3. Etapas de Execução**

- **Preparação da superfície:** A superfície do sub-leito será devidamente limpa e regularizada, garantindo a aderência do tratamento. É necessário realizar correções nas irregularidades e verificar a capacidade de suporte da base utilizando ensaios de carga, como o módulo de resiliência.
- **Aplicação da primeira camada:** Um ligante asfáltico do tipo emulsão asfáltica catiônica ou CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo) será aplicado na quantidade especificada pelas normas do DNIT, seguido pela distribuição uniforme de agregados de granulometria controlada, preferencialmente brita graduada ou seixo rolado.
- **Compactação:** Após a aplicação dos agregados, será realizada a compactação com rolos compressores para assegurar a fixação ao ligante e a estabilidade da camada. É recomendado utilizar rolos vibratórios ou pneumáticos adequados ao tipo de material empregado.
- **Aplicação da segunda camada:** Repetição do procedimento com nova camada de ligante, podendo ser utilizado o mesmo tipo de emulsão ou CAP, e agregados com granulometria compatível, como brita número 1 ou número 2, garantindo a formação do tratamento superficial duplo.
- **Acabamento:** Verificação e ajustes finais para garantir uma superfície homogênea e aderente, com inspeção detalhada dos materiais utilizados para assegurar conformidade com as especificações técnicas.

#### **Regularização e Compactação do Sub-leito.**

A regularização é um serviço que visa conformar o leito transversal e longitudinal da via pública, compreendendo cortes e ou aterros, cuja espessura da camada deverá ser de no máximo 20 cm. De maneira geral, consiste num conjunto de operações, tais como aeração, compactação, conformação etc., de forma que a camada atenda as condições de greide e seção transversal exigidas em projeto.

Toda a vegetação e material orgânico porventura existente no leito da rodovia deverão ser removidos. Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, deverá ser feita uma escarificação na profundidade de 0,20m, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.



O Material retido na peneira nº 10 terá que ser constituído pôr partículas duras e duráveis, sem fragmentos friáveis, lamelares, devendo ainda, ser isento de material vegetal ou qualquer outra substância prejudicial.

Os materiais destinados à sub-base e base serão submetidos aos ensaios de caracterização a saber:

- Limite de liquidez (DNER-ME 44-64);
- Limite de plasticidade (DNER-ME – 82-63);
- Granulometria (DNER – 80-64); Índice Suporte Califórnia.

Pouco antes do início da compactação da camada será procedida determinação do teor de umidade. Os intervalos para estas determinações não serão nunca superiores a 100m; visando estabelecer parâmetros para o desenvolvimento do controle tecnológico serão executados os seguintes ensaios:

Ensaio de caracterização, limite de plasticidade (DNER-ME 80-64). Deverão ter espaçamento e frequência definida pela Fiscalização;

Um ensaio de compactação, de acordo com o método DNER-ME 47-64, visando a determinação da massa específica aparente, seca, máxima. As amostras deverão ser coletadas, no máximo, a cada 100m uma da outra. Estas amostras deverão ser coletadas em pontos obedecendo a ordem BD, EIXO, BE a cerca 0,60m de bordo;

Será feita uma determinação do índice de Suporte Califórnia com a energia de compactação do método DNER-ME 47-64 com espaçamento e frequência definidos pela fiscalização;

Com espaçamento máximo de 100m será feita uma determinação da massa específica aparente "In Situ". Os pontos para essas determinações serão os mesmos onde foram coletadas as amostras para ensaio de compactação.

Atingindo o greide de projeto, deverá ser feito uma escarificação geral, seguida de umedecimento, compactação e acabamento.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para execução de regularização:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores estáticos, vibratórios e pneumáticos;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador;



- Equipamentos para escavação, carga e transporte de material.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

A parte do subleito que não estiver de acordo com o projeto e as condições aqui fixadas, deverá ser retrabalhada ou removida de modo a satisfazê-las, sem qualquer indenização adicional ao Empreiteiro.

### **Base de solo estabilizada granulometricamente em cascalho, E=20 cm.**

Imediatamente após a regularização do subleito, será confeccionada base. O material será descarregado por caminhões basculantes na pista, e espalhado com motoniveladora.

É uma camada de material resultante da mistura de materiais obtidos por britagem de rochas vivas, areia e outros materiais e executada com o umedecimento controlado, compactada a no mínimo 100% do PI (Proctor intermediário).

A espessura final compactada da base será de 20 cm.

### **Imprimação**

Tal serviço consiste na aplicação de material betuminoso sobre a superfície da base, para promover uma maior coesão da superfície da sub-base, uma maior aderência entre a base e o revestimento, e também para impermeabilizar a base. O material utilizado será o asfalto diluído tipo CM-30, aplicado na taxa de 0,80 a 1,60 litros/ m<sup>2</sup>. O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual. A área imprimada deverá ser varrida para a eliminação do pó e de todo material solto e estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder a imprimação da superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10°C. O tráfego nas regiões imprimadas só deve ser permitido após decorridas, no mínimo, 24 horas de aplicação do material asfáltico.

### **Tratamento Superficial Duplo com banho diluído de emulsão asfáltica RR-2C (TSD)**

**A espessura convencional da capa de revestimento para este projeto de 3,0 cm.**



Quanto à execução da pavimentação mediante o Tratamento Superficial Duplo com emulsão asfáltica tipo RR-2C, este se trata da aplicação de ligante com posterior lançamento, espalhamento e compactação do agregado. Processo repetido duas vezes. O serviço deverá ser iniciado com a varredura da pista imprimada, onde será executado o revestimento, utilizando vassoura mecânica rebocável em trator de pneus. Na sequência é aplicado o ligante asfáltico, através de bicos espargidores acoplados a uma barra transversal instalada no caminhão espargidor.

Em seguida, após a aplicação do ligante é feita a distribuição dos agregados através do distribuidor de agregados, na quantidade indicada de acordo com a tabela a seguir.

<b>Camada</b>	<b>Ligante</b>	<b>Agregado</b>
1ª	1,2 a 1,8 l m <sup>2</sup>	20 a 25 kg/m <sup>2</sup>
2ª	0,8 a 1,2 l m <sup>2</sup>	10 a 12 kg/m <sup>2</sup>

Tabela 2. Taxas de aplicação de Ligante e agregado para TSD

Fonte: NORMA DNIT 147/2012-ES

Por fim, na sequência da distribuição dos agregados, deverá ser realizada a compressão dos agregados, através de rolos de pneus, com a finalidade de fazer o ligante asfáltico envolver e agregar os agregados dando forma ao revestimento asfáltico.

No caso de tratamento superficial duplo, a sequência executiva descrita é repetida mais uma vez.

O tratamento superficial duplo será medido em metro quadrado, considerando a área efetivamente executada.

Não é permitido o tráfego quanto da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado miúdo. O tráfego somente é liberado depois de decorridos no mínimo 30 minutos da conformação final da superfície, de maneira controlada por um período mínimo de 24 horas.

### **3. Qualidade e Granulometria dos Materiais**

#### **a) Qualidade dos Materiais**

- Os agregados devem apresentar alta resistência ao desgaste e à abrasão, sendo aprovados em ensaios de durabilidade (Los Angeles) conforme DNIT.



- O ligante asfáltico deve possuir características de viscosidade e ponto de amolecimento dentro das especificações normativas para garantir aderência e estabilidade.

b) Granulometria dos Materiais

- Os agregados utilizados devem ter granulometria controlada, conforme especificado pelo DNIT 054/2013 – ES, garantindo distribuição uniforme e adequação ao método TSD.
- A análise granulométrica será realizada para assegurar que os materiais atendam os padrões técnicos e proporcionem uma superfície estável e durável.

## **5. Ensaios e Testes para Garantia de Qualidade**

A execução do TSD será acompanhada por testes para assegurar a qualidade e conformidade do pavimento. Os seguintes ensaios serão realizados conforme as normas do DNIT:

a) Ensaios de Agregados

- Análise granulométrica: Para verificar a distribuição do tamanho dos grãos.
- Durabilidade: Ensaios de abrasão Los Angeles e desgaste para avaliar a resistência dos agregados.

b) Ensaios do Ligante Asfáltico

- Viscosidade: Determinação da viscosidade para garantir o desempenho no processo de aplicação.
- Ponto de amolecimento: Teste para verificar a temperatura de deformação.

c) Ensaios da Base

- Índice de suporte Califórnia (CBR): Determinação da capacidade de suporte da base.
- Módulo de Resiliência: Avaliação da elasticidade da base em condições de carga.

d) Ensaios de Compactação

- Grau de compactação: Verificação da densidade e homogeneidade do pavimento.

## **6. Normas e Resoluções Aplicáveis**

A execução dos trabalhos e os ensaios serão realizados em conformidade com as normas do DNIT, destacando as seguintes:



- DNIT 001/2009 – ES: Especificação de Serviços para Tratamento Superficial.
- DNIT 031/2006 – ME: Determinação do Ponto de Amolecimento de Ligantes Asfálticos.
- DNIT 038/2004 – ES: Controle de Compactação de Camadas Granulares.
- DNIT 006/2018 – ES: Diretrizes para dimensionamento de pavimentos.
- DNIT 054/2013 – ES: Granulometria de agregados.

Anexos

Planta com o sistema viário e as camadas do pavimento.

Vargem Bonita, 18 de junho de 2025

Alexandre Araújo Correia

Engenheiro Civil – CREA-MG 208.643/D



Documento assinado digitalmente

ALEXANDRE ARAUJO CORREIA

Data: 18/06/2025 13:47:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>