DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

BR-101 – Acesso oeste e leste – R. Adulce Garcia e R. Pedro Romão Bairros Sertão de Santa Luzia e Alto Perequê

Pavimentação asfáltica e sinalização viária

PROJETOS:
AMFRI - ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DA FOZ DO RIO ITAJAÍ
CREA-SC 050.968-0
Fernanda Bastos Alves – Engenheira Civil – CREA-SC 163.653-1
E-mail: fernanda@amfri.org.br

Junho/2026

1 - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

O dimensionamento das diversas camadas constituintes do pavimento é feita mediante o método de dimensionamento do Pavimento Flexível do DNIT (método do Eng. Murillo Lopes de Souza), apoiado em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientação contidas no Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária do DNIT e na Instrução de Projeto IP-05/2004 - Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis - Tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus da Prefeitura Municipal de São Paulo.

1.1 – PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

a) Índice de suporte - ISC (CBR)

É utilizado no dimensionamento o ISC sem preocupação de corrigi-lo em função do Índice de Grupo dos materiais representativos do subleito.

b) Tráfego

Para efeito de dimensionamento da estrutura do pavimento, os tráfegos serão caracterizados conforme indicado abaixo:

- Tráfego médio: "N" característico=5 x 10^5
- Tráfego meio pesado: "N" característico=2 x 10^6
- Tráfego pesado: "N" característico=2 x 10^7
- Tráfego muito pesado: "N" característico=5 x 10^7
- Corredores de ônibus:
  Volume médio: "N" característico=10^7
  Volume elevado: "N" característico=5 x 10^7

c) Espessura total do pavimento

Definido o tipo de tráfego a que será submetido o pavimento e determinado o suporte representativo do subleito, a espessura total básica do pavimento (H_{SL}), em termos de material granular, será fixada de acordo com a tabela abaixo:

CBR (%)	MÉDIO (cm)	MEIO PESADO (cm)	PESADO (cm)	MUITO PESADO (cm)	CORREDOR MÉDIO (cm)	CORREDOR PESADO (cm)
2	95	100	113	119	110	119
3	75	78	88	92	85	92
4	64	67	76	80	73	80
5	57	60	68	71	65	71
6	51	53	60	63	58	63
7	48	49	55	61	53	59
8	44	45	51	55	50	55
9	40	43	48	51	47	51
10	39	40	45	46	43	46

12	34	35	39	40	38	40
15	30	30	34	35	33	35
20	26	25	28	30	27	30

d) Espessura mínima do revestimento betuminoso

A fixação da espessura mínima a adotar para o revestimento betuminoso é de vital importância no ‘’desempenho’’ do pavimento, quanto a sua duração em termos de vida de projeto, e é ainda um dos pontos abertos na discussão da engenharia rodoviária, que se trata de proteger a camada da base contra os esforços impostos pelo tráfego, que se trata de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração e flexão.

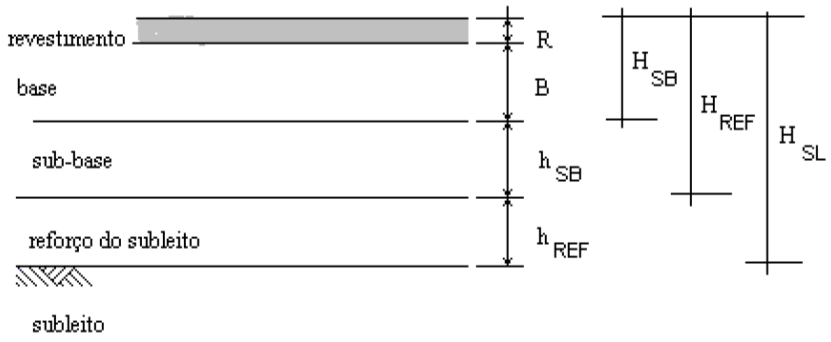
N	TRÁFEGO	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO
$N \leq 10^6$	Leve	Tratamentos superficiais betuminosos
$2 \times 10^6 \leq N < 5 \times 10^6$	Meio pesado	Concreto asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	- - - - - - - - - -	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 \leq N < 5 \times 10^7$	Pesado	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N \geq 5 \times 10^7$	Muito pesado	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura
	Faixa exclusiva de ônibus	Adotar no mínimo 10,0 cm de espessura

e) Espessuras das demais camadas

Uma vez determinada a espessura total do pavimento (H_{SL}), em termos de material granular, e fixada a do revestimento (R), procede-se ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, da base, da sub-base e do reforço do subleito, levando em conta os materiais disponíveis para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estrutural e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos respectivos CBR.

As espessuras da base (B), da sub-base (h_{SB}) e do reforço do subleito (h_{REF}) são obtidas pela resolução sucessivas das seguintes inequações:

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) \geq H_{SB}$$
$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (h_{SB} \times K_{SB}) \geq H_{REF}$$
$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (h_{SB} \times K_{SB}) + (h_{REF} \times K_{REF}) \geq H_{SL}$$



f) Espessuras mínimas

TRÁFEGO	N	BASE		SUB-BASE	
		MATERIAL	ESPESSURA (cm)	MATERIAL	ESPESSURA (cm)
Leve	$N \leq 10^6$	Granular	15,00	Granula	10,00
Meio pesado	2×10^6	Granular	15,00	Granular	10,00
Pesado	2×10^7	Granular	15,00	Granular	10,00
Muito pesado	5×10^7	Granular	20,00	Granular	10,00
Faixa exclusiva de ônibus volume médio	10^7	Granular	15,00	Granular	10,00
Faixa exclusiva de ônibus volume pesado	5×10^7	Granular	20,00	Granular	10,00

g) Fator climático regional

O coeficiente F_R = fator climático regional, objetiva levar em conta as variáveis de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano (o que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais). Esse fator tem variação de 0,2 até 5.

h) Coeficiente de equivalência estrutural (K)

São recomendados pelo já referido manual do projeto do DNIT e aqui adotados os seguintes coeficientes estruturais (K) para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento.

TIPO DE PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de concreto asfáltico usinado à quente CAUQ.	2,0
Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa.	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa.	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Brita graduada	1,1
Material Granular	1,0
Base de solo cimento ou BGTC, com resistência a compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,7
Base de solo cimento ou BGTC, com resistência a compressão aos 7 dias, entre 2,8 a 4,5 MPa	1,4
Base de solo cimento, com resistência a compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,2
Base de solo cimento, com resistência a compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,0

Adotamos genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais e simbologia consagrada pelo uso do DNIT.

$\mathbf{K_R}$ = Coeficiente estrutural do revestimento betuminoso;
$\mathbf{K_B}$ = Coeficiente estrutural da base;
$\mathbf{K_{SB}}$ = Coeficiente estrutural da sub-base;
$\mathbf{K_{REF}}$ = Coeficiente estrutural do reforço do subleito.

1.2 – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O CBR "estimado" de projeto, com base em projetos antigos das ruas citadas e visita in loco, é de **7%**. A Prefeitura Municipal não forneceu ensaio geotécnico do CBR. Recomenda-se a execução de ensaio geotécnico para recálculo e posterior execução de pavimentação.

O tráfego foi classificado como pesado ($10^7 \leq N < 5 \times 10^7$), com base em estudos de tráfego de outros acessos viários do município fornecidos pela Prefeitura Municipal – estes, próximos dos locais de interesse deste memorial.

De acordo com o tráfego caracterizado e o CBR de projeto, temos a espessura total do pavimento de 55 cm. Para fins de segurança e padronização, a projetista optou por utilizar espessura de 95 cm, considerando reforço do subleito, em conformidade com as seções-tipo fornecidas pela Concessionária e com estudos desenvolvidos para vias marginais do município pela empresa Colpani Engenharia de Rodovias. A solução adotada possui caráter conservador, visando mitigar as incertezas decorrentes da

ausência de investigação geotécnica específica e garantir a padronização das estruturas de pavimentação implantadas no empreendimento.

As espessuras mínimas recomendadas de revestimento, base e sub-base, são:

- Revestimento asfáltico **R=5,0 cm**;
- Base brita graduada **B=15 cm**;
- Sub-base de macadame seco **h_{SB}=20 cm**.

O fator climático regional considerado será igual a **1 (F_R=1)**.

Os coeficientes de equivalência estrutural adotado, conforme tabela, são os seguintes:

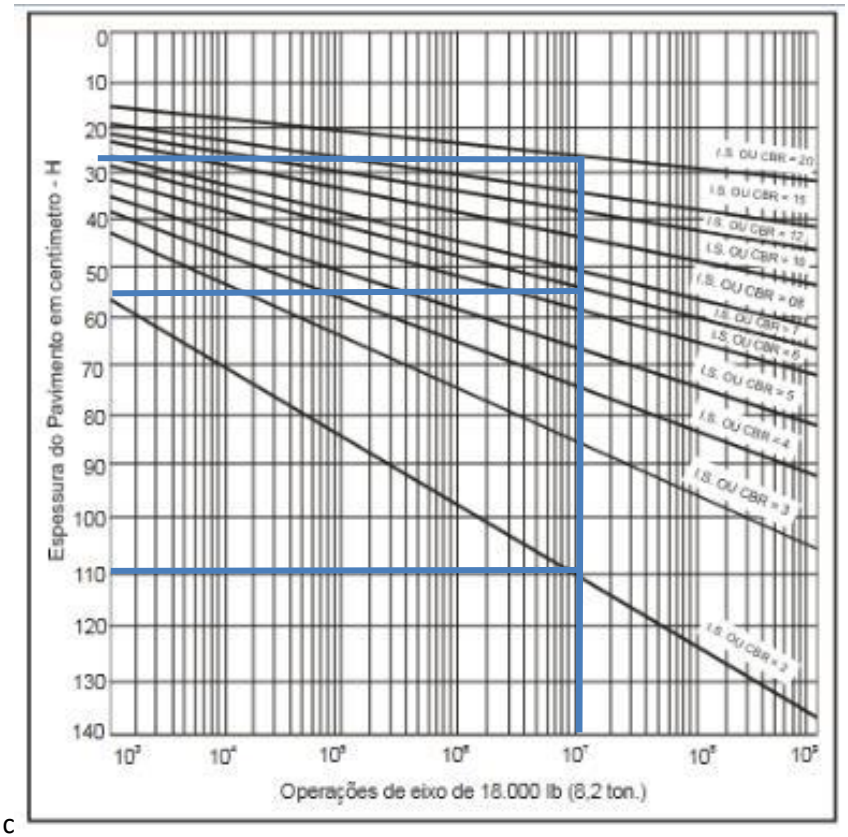
- Concreto asfáltico usinado a quente **K_R=2,0**;
- Brita graduada **K_B=1,1**;
- Macadame seco **K_{SB}=1,0**;
- Material com CBR ≥ 8% **K_{SB}=1,0**.

Espessura da camada de revestimento asfáltico:

Conforme tabela para N característico de 1,5 x 10^7, a espessura será R=10 cm

Cálculo da espessura da base:

Adotando o valor suporte **CBR_{SB}=20%** e tráfego **pesado**, através do ábaco de dimensionamento apresentado abaixo, obtém a espessura **H_{SB} = 25 cm**.

c 

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) \geq H_{SB}$$
$$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,1) \geq 25$$
$$20 + 1,1\ B \geq 25$$
$$B \geq 4,5 \text{ cm}$$

Conforme tabela de espessuras mínimas recomendadas e resultado do cálculo da espessura da base, a espessura da base com brita graduada adotada será **B=15 cm**.

Cálculo da espessura da sub-base:

Com o valor de suporte do subleito **CBR_p=7%** e tráfego **pesado**, temos no ábaco de dimensionamento em anexo, a espessura total do pavimento **H_{REF} = 55 cm**.

Através da resolução da inequação, determinamos a espessura da camada de sub-base:

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (h_{SB} \times K_{SB}) \geq H_{REF}$$
$$(10,0 \times 2,0) + (15 \times 1,1) + (h_{SB} \times 1,0) \geq 55$$
$$h_{SB} \geq 18,5 \text{ cm}$$

Conforme tabela de espessuras mínimas recomendadas, resultado do cálculo da espessura da sub-base, a espessura de macadame seco será **h_{SB} = 20 cm.**

Cálculo da espessura do reforço do subleito:

Com o valor de suporte do subleito **CBR_p=2%** e tráfego **pesado**, temos no ábaco de dimensionamento em anexo, a espessura total do pavimento **H_{REF} = 110 cm**.

Através da resolução da inequação, determinamos a espessura da camada de reforço:

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (h_{SB} \times K_{SB}) + (h_n \times K_{Ref}) \geq H_M$$
$$(10,0 \times 2,0) + (15 \times 1,1) + (20 \times 1,0) + (H_n \times 1,0) \geq 110$$
$$H_n \geq 53,5 \text{ cm}$$

Substituindo o solo por solo com CBR ≥ 8%, a camada do reforço do subleito adotada será de 50 cm por compatibilização com a seção-tipo da concessionária.

A adoção desta espessura mostra-se tecnicamente satisfatória, uma vez que a diferença em relação ao valor calculado é de apenas 3,5 cm (aproximadamente 6,5%), valor compatível com as tolerâncias executivas e amplamente compensado pelo caráter conservador da estrutura adotada.

Destaca-se que a espessura total da estrutura do pavimento implantada (95 cm) é significativamente superior à espessura mínima requerida pelo método para o CBR de projeto adotado (55 cm), resultando em capacidade estrutural excedente.

Verificação do dimensionamento do pavimento:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	COEFICIENTE ESTRUTURAL -K	ESPESSURA (cm) EM TERMOS DE MATERIAL GRANULAR
Revestimento (CA)	10,0	2,0	20,00
Base (BG)	15,0	1,1	16,50
Sub-Base (MACADAME SECO)	20,0	1,0	20,00
Reforço de subleito (Solo com CBR ≥8%)	50,0	1,0	50,00
Espessura total em termos de material granular			∑ = 106,5 cm

Portanto, a somatória das espessuras, multiplicada pelos respectivos coeficientes estruturais, atende a espessura total em termos de material granular **H_{SL}=55 cm**, satisfazendo plenamente o preconizado no método de dimensionamento no que se refere às espessuras mínimas recomendadas para as diversas camadas do pavimento em questão.

gov.br Documento assinado digitalmente
FERNANDA BASTOS ALVES
Data: 02/06/2026 13:15:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Fernanda Bastos Alves
Engenheira Civil - CREA-SC 163.653-1