DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

Rua Aragonita – Trecho 1
Bairro Mariscal

Pavimentação asfáltica, adequação da drenagem pluvial, calçadas e sinalização viária

PROJETOS:
AMFRI - ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DA FOZ DO RIO ITAJAÍ
CREA-SC 050.968-0
Diogo Graf – Engenheiro Civil – CREA-SC 092.018-3
E-mail: diogo@amfri.org.br

Julho/2024

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

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.

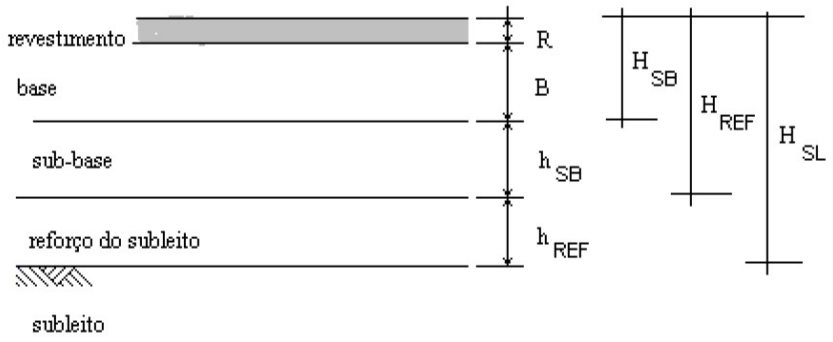
N	TRÁFEGO	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO
$2 \times 10^6 \leq N < 5 \times 10^6$	Meio pesado	Concreto asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	- - - - - - - - - -	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 \leq N < 5 \times 10^7$	Pesado	Concreto asfáltico com 10,0 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)
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	1,0
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

Os estudos geotécnicos não foram apresentados pela Prefeitura municipal de Navegantes, portanto para o processo licitatório, é sugerido que seja realizado os ensaios para determinação do CBR e posteriormente redimensionado a estrutura do pavimento.

O CBR de projeto estimado é de **8%.**

O tráfego caracterizado é como **meio pesado**, sendo assim N característico de **$2x10^6$**.

De acordo com o tráfego caracterizado e o CBR de projeto temos a espessura total do pavimento de **45 cm (H_{SL})**.

As espessuras mínimas recomendadas de revestimento, base e sub-base para um **N=2x10^6** solicitações, são:

- Revestimento asfáltico **R=5,0 cm**;
- Base brita graduada **B=15 cm**;
- Sub-base de macadame seco **h_{SB}=10 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=1,0**;
- Macadame seco **K_{SB}=1,0**.

Espessura da camada de revestimento asfáltico:

Conforme tabela para N característico de **2x10^6** a espessura mínima é **R=5,0 cm**.

Cálculo da espessura da base:

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

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) \geq H_{SB}$$
$$(7,5 \times 2,0) + (B \times 1,0) \geq 25$$
$$15 + 1,0\ B \geq 25$$
$$B \geq 10,0 \text{ cm}$$

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=8%** e tráfego **meio pesado**, temos no ábaco de dimensionamento em anexo, a espessura total do pavimento **H_{REF}=45 cm**.

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

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (h_{SB} \times K_{SB}) \geq H_{REF}$$
$$(7,5 \times 2,0) + (15 \times 1,0) + (h_{SB} \times 1,0) \geq 45$$
$$h_{SB} \geq 15,00 \text{ cm}$$

Será adotado **h_{SB}=15 cm**.

Verificação do dimensionamento do pavimento:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	COEFICIENTE ESTRUTURAL -K	ESPESSURA (cm) EM TERMOS DE MATERIAL GRANULAR
Revestimento (CAUQ)	7,5	2,0	15,00
Base (BG)	15,0	1,0	15,00
Sub-Base (MACADAME SECO)	15,0	1,0	15,00
Espessura total em termos de material granular			∑ = 45,00 cm

Portanto, a somatória das espessuras, multiplicada pelos respectivos coeficientes estruturais, atende a espessura total em termos de material granular **H_{SL}=45 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.

DIOGO GRAF:05149237922
Data: 2024.07.29 09:58:40-03'00'

Diogo Graf
Engenheiro Civil CREA-SC 092.018-3