

ESTUDO DE TRÁFEGO - TABAÍ RS

Conforme DNIT 2006, o estudo de tráfego é realizado com o objetivo de quantificar as variáveis que influenciam nas soluções do dimensionamento dos pavimentos flexíveis. Por meio do estudo é possível conhecer o número de veículos que passam pela a via. Permite a determinação quantitativa da capacidade da via e estabelece meios construtivos necessários para a melhoria da circulação.

Contagem do tráfego								
	Classe	Quantidade					n.º de eixos	
		Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Total	Por Clase	Total
Veículos	2 E	15	32	20	15			
Ônibus	2 CB	2	3	2	4			
	3 CB							
Caminhões	2 C	3	2	4	4	13	2	26
	3 C	4	3	2	2	11	2	22

$V_{m_{dc}} = 24$

$n = 48$

Fator de Eixo:
Fe = 2,00

Fator de carga (Fc)					
Tipo de Eixo	Carga Máxima Legal (tf)	FECi	Quant.	% i	FECi x % i
ESRS	6	0,27791	7	27,08	7,5268
ESRD	10	3,28947	12	50,00	164,4733
ETD	17	8,5488	6	22,92	195,9100
ETT	25,5	9,29981			
Total			24		368

Fator de Carga:
Fc = 3,679

Volume Médio ao Ano	
V1=	24
P=	20 anos
t=	1,50 % a.a.
Volume Médio	
Vm= 27,42	

O valor do período (**P**) de projeto foi adotado como **20 anos** e para taxa de anual de crescimento (**t**) foi utilizado o valor de 1,50% **a.a.**, baseando-se no desenvolvimento econômico-social do Rio Grande do Sul.

Determinação do número "N"

Para o dimensionamento de um pavimento, é necessário a determinação do número "N", que é o número de solicitações de carga de 8,2tf (80 kN) que um pavimento será submetido em um desejado período do projeto, para conhecer qual espessura e o revestimento adequado que deve ser utilizado.

$$N = 365.Vm.P.(Fe).(Fc).(Fr)$$

N = número equivalente de operações de eixo padrão;
 365 = referente ao nº de dias do ano;
 Vm = volume diário médio no meio do período do projeto;
 P = período do projeto (anos);
 Fc = fator de carga;
 Fe = fator de eixo;
 Fr = fator climático; No Brasil se considera Fr = 1, resultado de pesquisas desenvolvidas no IPR/DNER.

Determinação do Número "N"		
Vm=	27,42	
Fe=	2,00	
Fc=	3,679	
Fr=	1	
P=	20	anos
N=	1472862	
Número N		
N= 1,47E+06		

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

A partir da determinação do Número "N", dimensiona-se o pavimento flexível através do método desenvolvido pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Calculando a espessura de cada uma das camadas do pavimento, bem como, serão definidos os materiais que irão compor cada uma delas. Para o método de dimensionamento regulado pelo DNIT são utilizados dois parâmetros de projeto, o Número N, que representa o carregamento na rodovia, e o valor de CBR do solo, que se refere à resistência do mesmo.

PRÉ-DIMENCIONAMENTO

Foram adotados os seguintes dados para o pré-dimensionamento do pavimento:

O material a ser utilizado no subleito deverá apresentar **CBR** de valor igual ou superior a **7%**. Para o pré-dimensionamento do pavimento, o valor mínimo de CBR para a camada de subleito é de um CBR de 2%, com expansão máxima de 2% (BALBO, 2007).

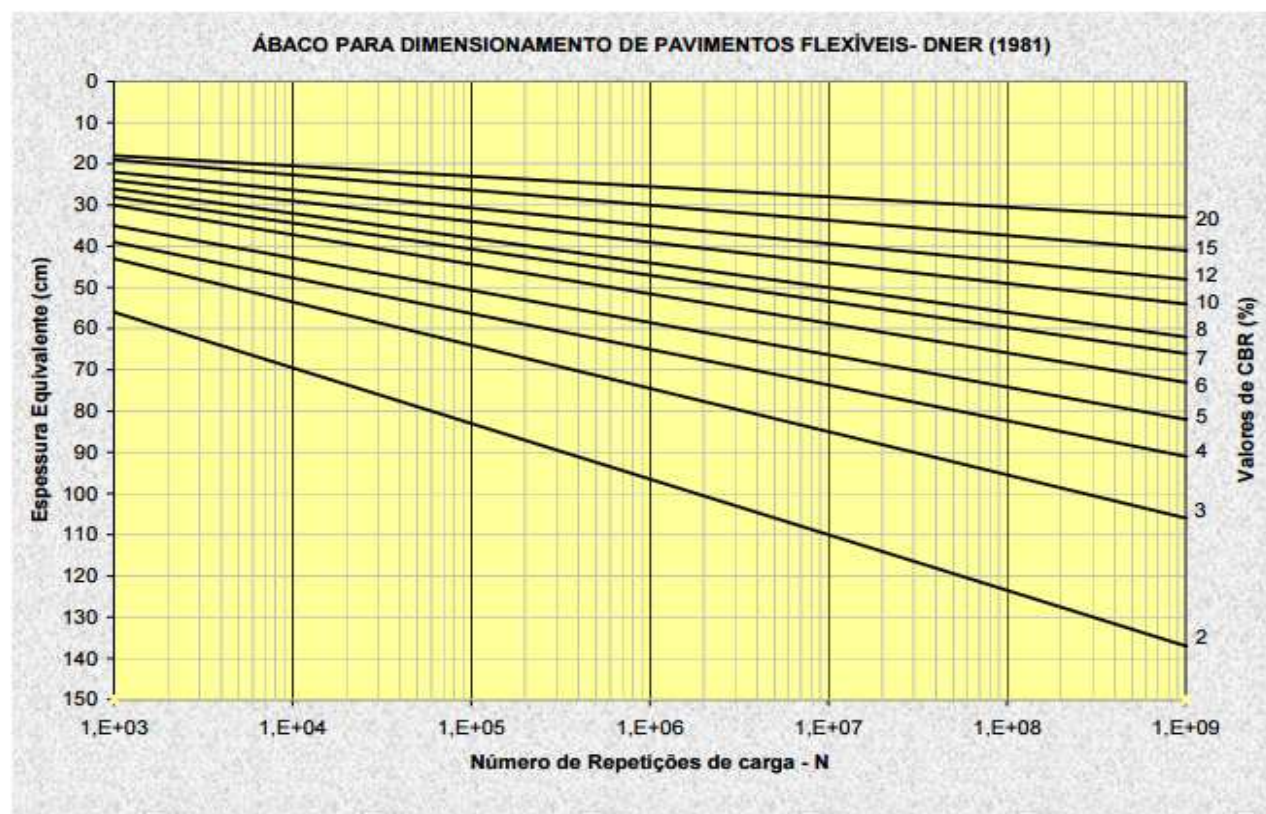
Classificação dos materiais empregados no pavimento.

a) Materiais para reforço do subleito, os que apresentam:
C.B.R. maior que o do subleito
Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lb)

b) Materiais para sub-base, os que apresentam:
C.B.R. $\geq 20\%$
I.G. = 0
Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)

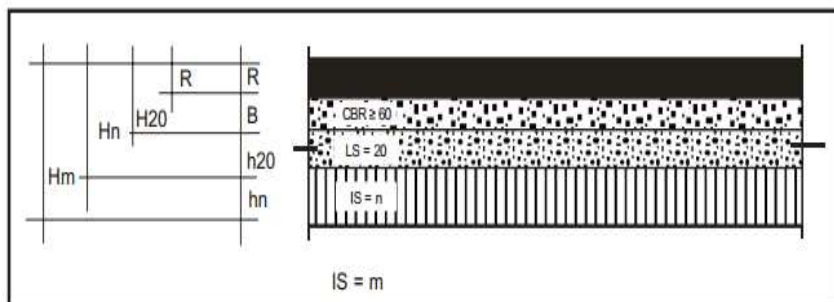
c) Materiais para base, os que apresentam:
C.B.R. $\geq 80\%$
Expansão $\leq 0,5\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)
Limite de liquidez $\leq 25\%$
Índice de plasticidade $\leq 6\%$

Abaco DNER para desenvolvimento de projeto com curvas de dimensionamento que podem ser resumidas em uma única expressão



Fonte: Souza (1981)

Representação das espessuras das camadas com base no valor do CBR adotado



Fonte: Balbo (2007)

As espessuras de cada camada são denominadas de: R, para revestimento; B, para a base; h_{20} , para sub-base; e h_n para o reforço do subleito. Para determinação de R, utiliza-se a tabela a seguir, a qual relaciona a espessura mínima recomendada do revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) com o valor do número N adotado no projeto.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$	5 cm de revestimento betuminoso
$5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$	7,5cm de CBUQ
$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$	10cm de CBUQ
$N > 5 \times 10^7$	12,5cm de CBUQ

Fonte: adaptado de Souza (1981)

Espessura do Revestimento
5 cm

Definido o valor da espessura R, os demais valores que faltam para se concluir o dimensionamento do pavimento são encontrados através das resolução sucessiva das seguintes equações (Souza, 1981):

$$RK_R + BK_B \geq H_{20} \rightarrow \text{Eq. 01}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n \rightarrow \text{Eq. 02}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S + h_nK_{Ref} \geq H_m \rightarrow \text{Eq. 03}$$

Os valores de K_r , K_b , K_s e K_{ref} são coeficientes de equivalência estrutural dos materiais que compõem cada uma das camadas: base, sub-base e reforço do subleito.

Coeficientes	
Camada	K
Revestimento em CBUQ	2
Base Granular	1
Sub-base e Reforço	1

Fonte: adaptado de Souza (1981)

Resistência do solo adotado	
Camada	CBR (%)
Subleito	10,5
Sub-base	20
Base	80

Espessura das Camadas				
Camada	Espessura Calculada (cm)		Espessura de Projeto (cm)	Material
Revestimento	R =	5	5	CBUQ
Base	B =	15,6769	16	Brita graduada Simp.
Sub-base	h₂₀ =	11,74744	30	Macadame (rachão)
Subleito	-	-	-	

A espessura mínima para base, sub-base e reforço subleito é 15cm. Adota-se 15cm para valores inferiores a 15cm e para valores calculado acima de 15cm, utiliza-se o valor calculado.

Camada de compactação mínima de 10cm e máxima 20cm.

MATERIAIS SELECIONADOS

Para a execução das camadas projetadas a seleção dos materiais deve ser feita considerando as especificações, características técnicas e disponibilidade dos mesmo na região de Tabai/RS, onde será construído o pavimento.

O subleito permanecerá composto pelo solo existente, classificado como solo de primeira categoria (sem presença de pedras) conforme apresentado no ensaio de solos.

A sub-base será em bica corrida, material composto por um conjunto de brita, pedrisco e pó de pedra, propriedades semelhantes às da brita graduada (rachão), descrita a seguir, porém com controle menos rigoroso, especialmente o granulométrico (Bernucciet al., 2010). Proveniente da britagem primária é amplamente utilizada em obras de pavimentação e sua granulometria pode ser ajustada conforme a necessidade, por exemplo, a bica corrida mais fina é indicada para situações onde há necessidade de maior adensamento, enquanto que a versão grossa do material é recomendado para pontos onde há escoamento de água.

A camada seguinte, de base, será em brita graduada, material freqüentemente utilizado na pavimentação asfáltica, pois possui distribuição granulométrica bem-graduada, o que gera o bom desempenho e boa resistência. Os agregados são geralmente derivados de rochas britadas, dosados e homogeneizados em usina, material permeável que possui CBR podendo até ultrapassar os 100% (Bernucciet al., 2010). A escolha desse material se deu tendo em mente que a região é composta por pedra basalto.

Por fim, a camada de revestimento será em CBUQ. Comumente aplicado como camada de revestimento, incluindo capa de rolamento e camada de ligação, o CBUQ vem da mistura de agregados minerais (em geral bem graduados), material fino de enchimento (filer) e de cimento asfáltico de petróleo (CAP), elaborada a quente em uma central de usinagem (BALBO, 2007).

SEÇÃO TRANSVERSAL DO PAVIMENTO

Os resultados obtidos para o dimensionamento do pavimento flexível estão representados nas seções transversais em Anexo ao Projeto. Para a construção do desenho, foram consultados os parâmetros estabelecidos pelo DNER no documento de Normas para Projetos das Estradas de Rodagem para uma rodovia classe III em região ondulada.

Foi estabelecida uma pista de rolamento conforme projeto, sendo a camada de 8 cm de revestimento em CBUQ. A inclinação adotada foi de 2%, partindo do eixo da pista para as laterais, onde estão previstas valas fazendo parte do sistema de drenagem.