

PROJETO DE PAVIMENTO

Dimensionamento de Pavimento

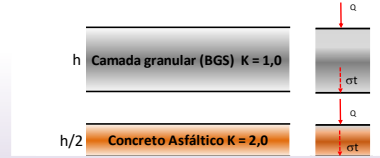
2ª. parte

1. Semestre 2024

1

Coefficiente de equivalência Estrutural

O princípio do método de dimensionamento de pavimento pelo CBR é o de proteger a camada do subleito. Dessa forma, todo material que tem sua espessura determinada pelo CBR da camada inferior, tem como objetivo o de proteger essa camada inferior a níveis de tensões indesejáveis.



4

Coefficiente de equivalência Estrutural

Coefficiente de equivalência estrutural de um material é um índice que indica uma relação empírica entre o número estrutural (SN) e a espessura da própria camada, sendo uma média da capacidade relativa do material para atuar como componente estrutural de dado pavimento, dissipando pressões sobre as camadas inferiores, Balbo (2007).

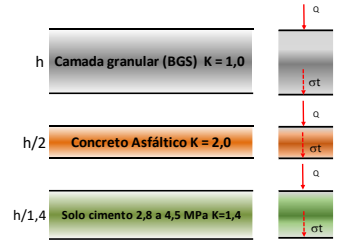
Coefficiente de equivalência estrutural dos materiais DNIT

Tipo de Material	Coefficiente Estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto asfáltico	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 asfáltico por penetração	1,2
Base Granulares	1,0
Sub-base granulares	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência aos 7 dias superior a 4,5MPa (compressão)	1,7
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,8 a 4,5MPa (compressão)	1,4
Solo-cimento com resistência aos 7 dias entre 2,1 a 2,8MPa (compressão)	1,2
Bases de solo-cal	1,2

2

Coefficiente de equivalência Estrutural

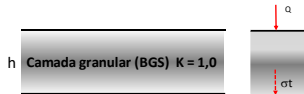
O princípio do método de dimensionamento de pavimento pelo CBR é o de proteger a camada do subleito. Dessa forma, todo material que tem sua espessura determinada pelo CBR da camada inferior, tem como objetivo o de proteger essa camada inferior a níveis de tensões indesejáveis.



5

Coefficiente de equivalência Estrutural

O princípio do método de dimensionamento de pavimento pelo CBR é o de proteger a camada do subleito. Dessa forma, todo material que tem sua espessura determinada pelo CBR da camada inferior, tem como objetivo o de proteger essa camada inferior a níveis de tensões indesejáveis.



3

Os coeficientes estruturais são designados, genericamente por:

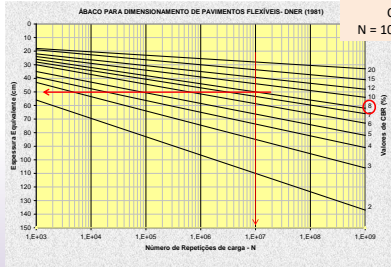
- Revestimento KR
- Base KB
- Sub-base KS
- Reforço K_{ref}

Espessuras de revestimento asfálticos

N (repetições) do ESRD de 80 kN	Tipo de Revestimento	Espessura (mm)
≤ 10 ⁶	Tratamentos superficiais	15 a 30
10 ⁶ < N ≤ 5 x 10 ⁶	CA, PMQ, PMF	50
5 x 10 ⁶ < N ≤ 10 ⁷	Concreto asfáltico	75
10 ⁷ < N ≤ 5 x 10 ⁷	Concreto asfáltico	100
N > 5 x 10 ⁷	Concreto asfáltico	125

6

Determinação das Espessuras das Camadas



Dados:
CBRn = 8%
N = 10⁷ solicitações

Espessura = 50 cm

$$H_2 = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

$$H_2 = 77,67 \cdot (10^7)^{0,0482} \cdot 8^{-0,598}$$

$$H_2 = 48,7 \text{ cm}$$

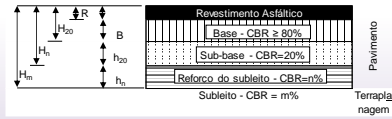
7

Inequações para determinação das espessuras das camadas

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

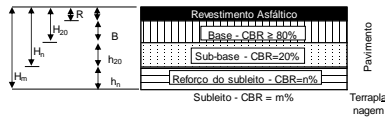
$$RK_R + BK_B + h_{20} K_S \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_S + h_n K_{Ref} \geq H_m$$



10

Simbologia das camadas



R = espessura do revestimento
B = espessura da base
h20 = espessura da sub-base
hn = espessura do reforço do subleito

H20 = espessura do revestimento + base
Hn = espessura do revestimento + base + sub-base
Hm = espessura do revestimento + base + sub-base + reforço

h minúsculo indica a espessura de uma única camada e H maiúsculo indica a espessura de mais de uma camada

8

Exemplo de dimensionamento

1) dimensionar o pavimento em que o N = 10⁵, sabendo-se que o subleito tem um CBR = 3% e dispo-se de material para o reforço do subleito, com CBR = 9%. Tem-se um material para sub-base com CBR = 20% e material para base com CBR = 80%.

Dados: CBR (sub-base) = 20%
CBRn (reforço) = 9%
CBRm (subleito) = 3%

Os coeficientes estruturais de cada material (nesse caso) K = 1,0, assim:
K_B = 1,00 K_S = 1,00 e K_{Ref} = 1,00

11

IMPORTANTE

- Quando o CBR da sub-base for maior ou igual a 40% e para N ≤ 10⁶, admite-se substituir na inequação (1), H₂₀ por 0,8 * H₂₀.
- Para N > 10E7, recomenda-se substituir, na inequação (1), H₂₀ por 1,2 * H₂₀.
- Nem toda estrutura de pavimento dispõe de material para reforço de subleito.
- Quando não forem fornecidas as características dos materiais da base, sub-base e reforço deve-se utilizar o coeficiente estrutural K = 1,0, caso contrário, determiná-lo com a Tabela 12.
- Observe-se que o material de base, o método, sempre recomenda que o CBR ≥ 80% expansão < 0,5%

9

Exemplo de dimensionamento

Resolução:

Solução: Devido ao N, conforme Tabela 13 o tipo de revestimento asfáltico é o tratamento superficial, logo se pode desprezar a espessura.

N (repetições) do ESRD de 80 kN	Tipo de Revestimento	Espessura (mm)
≤ 10 ⁶	Tratamentos superficiais	15 a 30
10 ⁶ < N ≤ 5 x 10 ⁶	CA, PMQ, PMF	50
5 x 10 ⁶ < N ≤ 10 ⁷	Concreto asfáltico	75
10 ⁷ < N ≤ 5 x 10 ⁷	Concreto asfáltico	100
N > 5 x 10 ⁷	Concreto asfáltico	125

R = 0 cm

12

Exemplo de dimensionamento

Espessura da Base:

$$Ht = 77,67 * (10^3)^{0,0482} * 20^{-0,598} \quad H_{20} = 18 \text{ cm}$$

Pela Inequação 1 – temos:

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$0 + B * 1,0 \geq 18$$

$$B = 18$$

R = 0 cm
B = 18 cm

13

Espessuras finais

Revestimento = 1,5 a 3,0 cm PMF

Base = 18 cm

Sub-base = 15 cm

Reforço do subleito = 15 cm

16

Exemplo de dimensionamento

Espessura da Sub-Base:

$$Ht = 77,67 * (10^3)^{0,0482} * 9^{-0,598}$$

$$H_n = 26 \text{ cm}$$

Pela Inequação 2 – temos:

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_S \geq H_n$$

$$0 + 18 * 1,0 + h_{20} * 1,0 \geq 26$$

$$18 + h_{20} \geq 26$$

$$h_{20} = 8 \text{ cm}$$

Como se trata de uma camada granular adota-se a espessura de 15 cm ($h_{20} = 15 \text{ cm}$)

R = 0 cm
B = 18 cm
h₂₀ = 15 cm

14

Exercícios extras

Ex- A Dimensionar a estrutura de um pavimento pelo método do DNIT conforme dados abaixo:
N = 7*10⁶ solicitações
CBRm = 8%

Ex- B Dimensionar a estrutura de um pavimento pelo método do DNIT conforme dados abaixo:
N = 8*10⁷ solicitações
CBRn = 10%
CBRm = 3%

17

Exemplo de dimensionamento

Espessura do reforço do subleito

$$Ht = 77,67 * (10^3)^{0,0482} * 3^{-0,598}$$

$$H_m = 43 \text{ cm}$$

Pela Inequação 3 – temos:

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_S + h_n K_{ref} \geq H_m$$

$$0 + 18 * 1,0 + 15 * 1,0 + h_n * 1,0 \geq 43$$

$$h_n \geq 10 \text{ cm}$$

Como se trata de uma camada granular adota-se a espessura de 15 cm
 $h_n = 15 \text{ cm}$

R = 0 cm
B = 18 cm
h₂₀ = 15 cm
hn = 15 cm

15

Valeu pela atenção!

18