

1 - INTRODUÇÃO

A presente *Memória de Cálculos* tem por objetivo estabelecer a metodologia utilizada no dimensionamento da **25 de Julho**, na cidade de Pelotas/RS, com **12.051,43** m² de área total a pavimentar.

O pavimento a ser construído, será constituído das camadas de base, sub-base, assentes sobre a camada de reforço do subleito e revestido de CBUQ.

Para base e sub-base, optou-se por se utilizar a brita graduada previamente dosada em usina de agregados, pela facilidade de obtenção e pelas vantagens no que concerne ao processo construtivo.

O subleito composto pelo solo local, como terreno de fundação, necessita de reforço estrutural conforme normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) no que se refere ao Índice de Suporte Califórnia e teor de expansão. Sendo assim, será necessário reforçar o subleito com uma camada de 30,5 centímetros de rachão.

2 – SONDAGEM E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

Os Estudos Geotécnicos da Avenida 25 de Julho referente ao trecho entre a BR-116 e o início do pavimento da Avenida 25 de Julho que serão apresentados, em relatório em anexo, foram elaborados pela Empresa INCORP Consultoria e Assessoria Ltda.

3 – METODOLOGIA DE CÁLCULO UTILIZADA NO DIMENSIONAMENTO

Para dimensionamento da espessura das camadas que compõem o pavimento em questão, adotou-se o método do extinto DNER, conforme recomenda o DNIT através de seu “Manual de Pavimentação”, como se expõem a seguir.

3.1 – Considerações Gerais

3.1.1 – O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactadas de acordo com os valores fixados nas “Especificações Gerais”, em anexo a esta memória, recomendando-se que em nenhum caso, o grau de compactação seja inferior a 95%.

3.1.2 – Os materiais de substituição do subleito devem apresentar:

- a) CBR $\geq 10\%$;

b) Expansão $\leq 1\%$, medida com sobrecarga de 10 lb.

3.1.3 Os materiais da sub-base devem apresentar:

a) $20\% \leq \text{CBR} \leq 40\%$;

b) Expansão $\leq 1\%$, medida com sobrecarga de 10 lb.;

c) Índice de Grupo igual a zero;

3.1.4 – Os materiais para a base devem apresentar:

a) $\text{CBR} \geq 80\%$;

b) Expansão $\leq 0,5\%$, medida com sobrecarga de 10 lb;

c) Limite de Liquidez $\leq 25\%$;

d) Índice de Plasticidade $\leq 6\%$.

3.1.5 – O pavimento é dimensionado em função do número equivalente N de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto.

3.1.6 - São os seguintes os coeficientes de equivalência estrutural (K) para os diferentes tipos de materiais constitutivos do pavimento:

- Base ou revestimento Betuminoso: $K = 2,00$

- Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa: $K = 1,70$

- Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa: $K = 1,40$

- Base ou revestimento betuminoso por penetração: $K = 1,20$

- Solo-Cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kgf/cm²: $K = 1,70$

- Solo-Cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kgf/cm² e 28 kgf/cm²: $K = 1,40$

- Solo-Cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre a 28 kgf/cm² e 21 kgf/cm²: $K = 1,00$;

- Solos granulares: $K = 1,00$;

3.1.7 – A espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos está dividida em:

- $N \leq 10^6$: tratamentos superficiais;

- $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$: revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura;

- $5 \times 10^6 \leq N \leq 1 \times 10^7$: concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura;

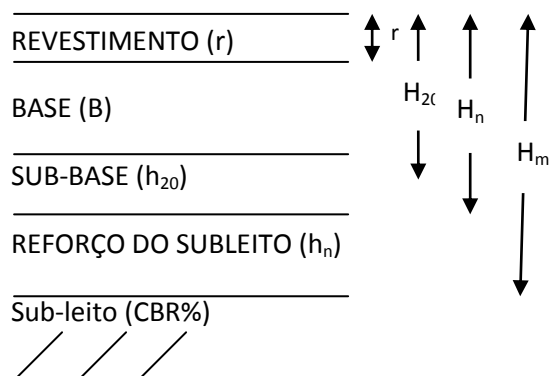
- $1 \times 10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$: concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

3.1.8 – O número N de repetições do eixo padrão foi determinado com o emprego das faixas de valores indicados pela Prefeitura Municipal de São Paulo, por categoria de via, para pavimentos urbanos:

FUNÇÃO PREDOMINANTE DA VIA	TIPO DE TRÁFEGO PREVISTO	PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA (VO)		FAIXA PARA N	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULOS LEVES	CAMINHÃO OU ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	2,7. 10 ⁴ a 1,4. 10 ⁵	10⁵
Via Local e Coletora Secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,4. 10 ⁵ a 6,8. 10 ⁵	5. 10⁵
Vias Coletoras e Estruturais	Meio pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	1,4. 10 ⁶ a 3,6. 10 ⁶	2. 10⁶
	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	1,0. 10 ⁷ a 3,3. 10 ⁷	2. 10⁷
	Muito pesado	12	Maior que 10.000	1.001 a 2.000	3,3. 10 ⁷ a 6,7. 10 ⁷	5. 10⁷
Faixa exclusiva de Ônibus	Volume médio	12	-	Menor do que 500	3. 10 ⁶	10⁷
	Volume pesado	12	-	Maior do que 500	5. 10 ⁷	5. 10⁷

Tabela 1 - Valores de N tabelados por via - Fonte: PMSP, 2004.

3.2 – Dimensionamento



Onde:

r = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

h₂₀ = espessura da sub-base;

h_n = espessura do reforço do subleito.

Equações:

$$r.k_R + B.k_B \geq H_{20} \text{ ou } (1,2.H_{20}) \text{ (1ª Inequação.)}$$

$$r.k_R + B.k_B + k_{SB}.h_{20} \geq H_n \text{ (2ª Inequação.)}$$

$$r.k_R + B.k_B + k_{SB}.h_{20} + k_{ref}.h_n \geq H_m \text{ (3ª Inequação.)}$$

Solução:

Considerando, conforme resultados dos ensaios apresentados:

Subleito *CBR = 10% (areia, em substituição ao atual material existente)*

Sub-base (Brita Graduada) $K = 1,0$

Base (brita graduada) $K = 1,0$

Considerando um volume inicial de tráfego na faixa mais carregada em $V_0 = 300$ caminhões ou ônibus (ida e volta) diários (valor inicial), teremos $N = 1.10^7$ - tráfego meio pesado via coletora estrutural.

1º) Revestimento para $N = 1.10^7$ – CBUQ com 7,5 cm de espessura;

2º) Determinação de H_{total} para um subleito de $CBR \geq 3\%$:

$$H_t = 77,67 \times 1.10^{7^{0.0482}} \times 3^{-0,598}$$

$$H_t = 75,57 \text{ cm}$$

$$H_{adotado} = 75,50 \text{ cm}$$

3º) Determinação de B (espessura da base) e h_{20} (espessura da sub-base):

Para sub-base granular adota-se $CBR=20$

$$H_{20} = 77,67 \times 1.10^{7^{0.0482}} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 28,16$$

$$r.k_R + B.k_B \geq H_{20} \text{ (1ª Inequação)}$$

$$7,5 \times 2 + B \times 1 \gg 28,16$$

$$B \geq 13,16$$

$$B_{adotado} = 15 \text{ cm}$$

$$H_n = 77,67 \times 1.10^{7^{0.0482}} \times 20^{-0,598}$$

$$r.k_R + B.k_B + k_{SB}.h_{20} \geq H_n \text{ (2ª Inequação)}$$

$$h_{20} \gg 15 \text{ cm}$$

$$r \cdot k_R + B \cdot k_B + k_{SB} \cdot h_{20} + h_n \geq H_{equiv} \text{ (da 3ª Relação)}$$

$$7,5 \cdot 2,0 + 15 \cdot 1,0 + 15 \cdot 1,0 + h_n \cdot 1 \geq 75,50$$

$$H_n \geq 30,50 \text{ cm. De reforço do sub-leito.}$$

RESUMO - QUADRO DE QUANTIDADES

CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	LARGURA (m)	QUANTIDADES (m³/m)
Revestimento	Concreto Asfáltico (CAP – 50/60)	7,5	8,5	0,64
Pintura de Ligação	Asfalto Diluído (RR-2C)	-	-	-
Imprimadura	Emulsão Asfáltica(CM-30)	-	-	-
Base	Brita Graduada	15	8,5	1,28
Sub-base	Brita Graduada	15	8,5	1,28
Reforço	-	30,5	8,5	2,60
Regularização do Leito	Areia	Variável	Variável	Variável

4 – FONTES CONSULTADAS

SENÇO, Wastermiler de, Vol I, 1997, MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO, 746 p., São Paulo, Editora PINI

SENÇO, Wastermiler de, Vol II, 1997, MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO, XXX p., São Paulo, Editora PINI

BALBO, José Tadeu, 2007, PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, 558 p., São Paulo, Editora OFICINA DE TEXTOS

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Publicação IPR – 719, MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 274 p., MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES.

5 – ENCERRAMENTO

O presente documento consta de 8 folhas rubricadas, sendo esta última datada e assinada.

Pelotas, 16 de março de 2015

Antônio Carlos Vianna

Engº Civil – CREA 65778

Patrícia de Tal

Engª Civil – CREA XXXXX

Daniela Tunes

Arqª – CAU XXXXX

Kaiser Fontoura

Arqº – CAU XXXXX

Alexandre de Tal

Arqº – CAU XXXXXArqº – CAUXXXXXX

Elise Dutra

Pablo de Tal

Arqº – CAU XXXXX