

MEMÓRIA DE CÁLCULO - PAVIMENTAÇÃO

AVENIDA ASSIS BRASIL

1 - INTRODUÇÃO

A presente **Memória de Cálculos** tem por objetivo estabelecer a metodologia utilizada no dimensionamento da **Avenida Assis Brasil**, na cidade de Pelotas/RS, com **720** metros de extensão de vias e **11.962** m² de área total a pavimentar.

O pavimento a ser construído, será constituído das camadas de base e sub-base, assentes sobre o leito natural 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.

Será necessário remover uma camada de 60 centímetros do subleito de material argiloso, uma vez que o mesmo possui índice de suporte considerado como de baixa resistência (1,08%) e, substituí-lo por areia com CBR $\geq 10\%$, como se observa nos ensaios em anexo.

2 – SONDAGEM E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

Os ensaios *granulometria, limites de liquidez e plasticidade, teor de umidade, compactação, expansão e CBR*, do subsolo foram realizados pelo laboratório da instituição IFSUL-PELOTAS

Considerando a situação mais desfavorável, o CBR encontrado em campo, para o subleito em análise, foi de **1,08%**, conforme se observa na análise dos ensaios em anexo.

Em atendimento as orientações do DNIT – item 4.3.2, subitem 4.3.2.1 – Pavimento Flexível – Método do DNER, parágrafo VI – “Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um CBR $\geq 2\%$.”, foram, também, realizados ensaios de expansão, verificando-se expansão menor do que **2%** em todas as amostras, indicando teor de argila adequado para material de fundação do pavimento.

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 reforço do subleito devem apresentar:

- a) CBR maior que o do subleito;
- 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 $\leq 0,5\%$, medida com sobrecarga de 10 lb.;

- c) Índice de Grupo igual a zero;
- d) Expansão $\leq 1\%$, medida com sobrecarga de 10 lb.

3.1.4 – Os materiais para a base devem apresentar:

- a) 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: $K = 1,00$

3.1.7 – A espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos será:

- $N \leq 10^6$: tratamentos superficiais
- $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$: revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
- $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$: concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
- $10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$: 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: Valores de N tabelados por via:

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 3,1. 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

Fonte: *PMSP*, 2004.

3.2 – Dimensionamento

r

H_{20}

REVESTIMENTO (r)

H_n

BASE (B)

H_m

SUB-BASE (h_{20})

REFORÇO DO SUBLEITO (h_n)

Sub-leito (CBR%)

Onde:

r = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

h_{20} = espessura da sub-base;

h_n = espessura do reforço do subleito.

Como o subleito da avenida Assis Brasil apresenta $CBR < 2\%$, optamos por substituí-lo por uma camada de 60 centímetros de areia que deverá ser compactada em camadas de 20 centímetros, com grau de compactação **PROCTOR** em energia **NORMAL de 95%**, além de **possuir $CBR \geq 10\%$** . Sendo assim, não haverá necessidade de se reforçar o subleito.

Equações:

(1ª Inequação.)

(2ª Inequação.)

(3ª Inequação.)

Solução:

Considerando, conforme resultados dos ensaios apresentados:

Subleito $CBR = 10\%$ (*areia – material utilizado para substituir o subleito atual*)

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

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

Considerando, ainda, $N = 3,6 \cdot 10^6$, teremos:

1º) Revestimento para $N = 3,6 \cdot 10^6$, conforme item 3.1.7 – **CBUQ com 5 cm de espessura**;

2º) Determinação de H_m e H_n

Como não se tem no gráfico $CBR > 20\%$, utiliza-se $CBR = 20\%$, obtendo-se:

$H_n = 28 \text{ cm (CBR = 20\% (Sub-base + Base + Revestimento))}$

$H_m = 41 \text{ cm (CBR = 10\%)}$

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

Tem-se:

Adotando-se **$B = 15 \text{ cm}$** (espessura mínima exigida pelo DNIT), vem

(da 2ª Relação)

$$5 \cdot 2,0 + 15 \cdot 1,0 \cdot h_{20} \cdot 1,0 \geq 41$$

$$h_{20} \geq 16 \text{ cm}$$

RESUMO - QUADRO DE QUANTIDADES				
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	LARGURA (m)	QUANTIDADES POR METRO LINEAR (m³/m)
<i>Revestimento</i>	Concreto Asfáltico (CAP – 50/60)	5,0	2x8,0	0,80
<i>Pintura de Ligação</i>	Asfalto Diluído (RR-2C)	-	2x8,0	-
<i>Imprimadura</i>	Emulsão Asfáltica (CM-30)	-	2x8,0	-
<i>Base</i>	Brita Graduada	15	2x8,0	2,40
<i>Sub-base</i>	Brita Graduada	16	2x8,0	2,56
<i>Reforço</i>	-	-	-	-
<i>Regularização do Leito</i>	Areia	Variável	Variável	Variável
<i>Subleito substituído</i>	Areia (CBR≥10%)	60	2x8,0	9,60

4 – FONTES CONSULTADAS

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

SENÇO, Wastermiller 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 15 folhas rubricadas, sendo esta última datada e assinada.

Pelotas, 04 de janeiro de 2015.

Antônio Carlos Vianna
Engº Civil – CREA 65778

Patrícia da Silva
Engª Civil – CREA 139.996

Daniela Tunes
Arqª – CAU 30898-6

Kaiser Fontoura
Arqº – CAU 74856-0

Alexandre Vergara
Arqº – CAU 39209-0

Elise Dutra
Arqº – CAU 46844-4

Pablo Crespi
Arqº – CAU 250066