

ANEXOII

MEMÓRIA DE CÁLCULO – REFORÇO DE PAVIMENTO

RUA DR. AUGUSTO SIMÕES LOPES

1 - INTRODUÇÃO

A presente **Memória de Cálculos** tem por objetivo estabelecer a metodologia utilizada no dimensionamento da espessura de reforço a ser acrescentada sobre o atual pavimento da **rua Dr Augusto Simões Lopes**, em Pelotas/RS, com **600** metros de extensão de vias e **6.959,61** m² de área total a pavimentar.

As camadas de base e sub-base constituintes do atual pavimento são compostas de paralelepípedos (em sua grande totalidade) e areia, respectivamente. O revestimento atual, assente sobre a camada de base é CBUQ, com espessura média de 1,5 centímetros.

Visualmente, observa-se um intenso desgaste na camada de revestimento, estando a referida camada com sua vida funcional esgotada. Também convém observar que será necessária a fresagem de toda a espessura da camada asfáltica já deteriorada.

Com base nas extrações dos corpos de prova elaborados no pavimento existente, verificou-se que o pavimento apresenta a seguinte estrutura:

REVESTIMENTO	Camada de CBUQ (1,5 cm)
BASE	Calçamento de paralelepípedo (12 cm)
SUB-BASE	Areia (25 cm)

SUBLEITO (CBR = 8,33%)

2 – METODOLOGIA DE CÁLCULO UTILIZADA NO DIMENSIONAMENTO

Para dimensionamento da espessura da camada de reforço do pavimento em questão, adotou-se o MÉTODO DA RESISTÊNCIA (OU MÉTODO DO CBR), conforme se expõem a seguir.

O método citado é a aplicação dos conceitos básicos de proteção do subleito contra deformações excessivas ou ruptura por cisalhamento.

No dimensionamento, são aplicados as camadas os chamados coeficientes de equivalência estrutural, que provocam como consequência, a minoração de espessuras de camadas mais rígidas.

A espessura total de material granular sobre o subleito é verificada em função do CBR do subleito e do tráfego esperado conforme horizonte de projeto (10 anos).

O dimensionamento do reforço necessário é efetuado tendo-se em conta os seguintes condicionantes:

- Conhecimento dos materiais componentes do pavimento e de suas espessuras (avaliação estrutural);
- Conhecimento das condições atuais de trabalho, em termos de CBR do subleito, do reforço do subleito (quando existir) e da sub-base do pavimento. Eventualmente, utiliza-se parâmetros de resistência e elasticidade dos mesmos;
- Redefinição dos coeficientes de equivalência estrutural (CE) das camadas componentes do pavimento em função das atuais condições encontradas para as camadas granulares, misturas asfálticas e cimentadas existentes.

Os novos coeficientes de equivalência estrutural (CE) foram obtidos pela AASHTO (1993) –

American Association of State Highway and transportation officials – para as diversas condições de resistência e de elasticidade dos materiais.

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL (K)
BASE OU REVESTIMENTO EM CBUQ	2,0
BASE OU REVESTIMENTO EM PMQ	1,7
BASE OU REVESTIMENTO EM PMF	1,4
BASE OU REVESTIMENTO EM TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	1,2
CAMADAS GRANULARES	1,0
SOLO-CIMENTO R _c 7 DIAS > 4,5 Mpa	1,7
SOLO-CIMENTO R _c 7 DIAS ENTRE 2,8 E 4,5 Mpa	1,4
SOLO-CIMENTO R _c 7 DIAS ENTRE 2,1 E 2,8 Mpa	1,2
BASES DE SOLO-CAL	1,2

3 – NÚMERO DE REPETIÇÕES DE CARGA DO EIXO PADRÃO.

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.

4 – DIMENSIONAMENTO

A partir da identificação das camadas do atual pavimento da rua Dr Augusto Simões Lopes, constrói-se a seguinte tabela:

CAMADAS ORIGINAIS	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	CBR(%)	RESISTÊNCIA (Mpa)
Revestimento **	CBUQ	1,5	-	-
Base **	Paralelepípedo	12	39,91 *	Mr = 300 Mpa
Sub-base	Areia	25	10	-
Sub-leito	Lacterício	-	8,33	-

* Para determinação do CBR da Base, utilizou-se a seguinte aproximação:
, sendo Mr o módulo de resiliência.

** Para efeito de cálculo da espessura de reforço, desprezou-se as camadas de revestimento e base, apresentando-se a primeira com espessura insuficiente e a segunda com nivelamento precário.

Considerando-se a faixa de tráfego meio pesado das vias coletoras e estruturais, com projeção para o ano de 2024, obtemos $N = 3,1 \times 10^6$ repetições do eixo padrão de 8,2 toneladas (ESRD).

Considerando-se, ainda, a expressão para determinação da espessura total do pavimento apresentada no Manual de Pavimentação do DNIT:

$H = 77,67 \times N^{0,0482} \times (CBR_{subleito})^{-0,598}$, vem:

$$H = 77,67 \times (3,1 \times 10^6)^{0,0482} \times 8,33^{-0,598} = 44,94 \text{ cm} \text{ --- } 45 \text{ cm.}$$

E, considerando também uma camada asfáltica de 5 cm, recomendada para $N = 3,1 \times 10^6$ operações de eixo padrão, teremos:

Equação de Dimensionamento:

$$H_{\text{reforço}} \times K_{\text{reforço}} + h_{\text{base}} \times K_{\text{base}} + h_{\text{sub-base}} \times K_{\text{sub-base}} \geq 45$$

$$5 \times 2,0 + 12 \times 1 + 25 \times 1,0 \geq 45$$

$$47 > 45 \text{ cm Verifica!}$$

5 – 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

6 – 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