

PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
RUA JOSÉ PATROCÍNIO DOS SANTOS
Ampliação

CONTRATO: 1004011-32

PROJETO EXECUTIVO

MEMÓRIA DE CÁLCULO
PAVIMENTO FLEXÍVEL

BAIRRO BELCHIOR CENTRAL
GASPAR - SC

Abr. 2016



MEMÓRIA DE CÁLCULO

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL (Concreto Asfáltico Usinado a Quente – C.A.U.Q. e Camadas Estruturais)

1. INTRODUÇÃO

Visando a melhoria e ampliação no sistema viário do município de Gaspar, o projeto de pavimentação rua José Patrocínio dos Santos – Prolongamento, localizada no bairro Belchior Central, é a consolidação de uma reivindicação da população de longa data, tendo em vista não somente do crescimento do bairro, como também no aspecto sócio-econômico, onde a referida rua é rota para dois parques aquáticos, Cascanéia e Cascata Berlim.

O projeto apresenta obras de infra-estrutura de pavimentação da via com CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) e urbanização com implantação de ciclovia compartilhada com passeio.

2. OBJETIVO

O Projeto tem por objetivo melhorar a mobilidade, acessibilidade e qualidade de vida da população do bairro e de outras localidades.

Na obra de drenagem pluvial, visa o escoamento das águas de tal forma que o dimensionamento da rede venha atender a demanda das precipitações pluviométricas da região nas piores condições com base nos dados históricos.

Na pavimentação com CBUQ, visa atender as seguintes características:

- Conforto ao tráfego com veículos;
- Resistência aos esforços verticais em função das cargas dos veículos;
- Resistência aos esforços horizontais gerada pelos tráfegos de veículos;
- Impermeabilização da área pavimentada, impedindo infiltrações das águas superficiais.



3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

ITEM	NOME DA RUA	LARGURA DA VIA (M)			EXT. (M)	ÁREA PAV. (M²)
		P.ESQ.	CX.ROLAM.	P.DIR.		
01	JOSÉ PATROCÍNIO DOS SANTOS	2,5 m	7,00 m	1,5 m	300,0 m	2.550,00

O dimensionamento das diversas camadas constituintes do Pavimento é feita mediante o método de dimensionamento do Pavimento flexível do DNER (método do Eng. Murillo Lopes de Souza) apoiando em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientação contidas no manual de projeto de Engenharia Rodoviária do DNER.

4. PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

- Estudo Tráfego:

A rua apresenta características de via rural, sendo o tráfego constituído essencialmente por veículos de pequeno porte, ônibus do transporte coletivo que atende a população local, caminhões da coleta de lixo e veículos de maior porte devido a existência de algumas empresas na região.

Porem o maior fluxo de veículos ocorre na temporada de verão devido aos parques aquáticos existentes na região (Cascanéia e Cascata Berlim), ocorrendo grande numero de ônibus de turismo.

Deve-se considerar neste estudo o crescimento da região com a implantação do pavimento, pois esta se encontra em proximidade com a BR-470, e a região como um todo está próximo do Bairro Fortaleza do município vizinho (Blumenau), que apresenta atualmente grande crescimento, com a instalação de várias empresas.

Para o dimensionamento do trafego utilizou-se a classificação das vias elaborado pela Prefeitura Municipal de São Paulo sendo:

Trafego Leve: Ruas de característica essencialmente residenciais, para as quais não é previsto trafego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagem de caminhões ou ônibus em numero não superior a 20 por dia, por faixa de trafego, caracterizado por um número “N” típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Trafego Médio: Ruas ou avenidas, para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em numero de 21 a 100 por dia, por faixa de trafego, caracterizado por um número “N” típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;

Trafego Meio Pesado: Ruas ou avenidas, para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em numero de 101 a 300 por dia, por faixa de trafego, caracterizado por um número “N” típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;

Trafego Pesado: Ruas ou avenidas, para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em numero de 301 a 1000 por dia, por faixa de trafego, caracterizado por um número “N” típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;

Trafego Muito Pesado: Ruas ou avenidas, para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em numero de 1001 a 2000 por dia, por faixa de trafego, caracterizado por um número “N” típico de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 12 anos;

Observando o exposto acima, podemos classificar a via como sendo de trafego meio pesado ($N=2 \times 10^6$).

a) Índice de Suporte (ISC) CBR

É utilizado no dimensionamento o ISC sem preocupação de corrigi-lo em função do Índice de Grupo dos materiais representativos do sub-leito.

b) Fator Climático Regional

O coeficiente F_R = fator climático regional, que objetiva levar em conta as variáveis de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano o que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais. Esse fator tem variação de 0,2 até 5 (conforme tabela 35 fator climático do método), esse valor é tomado igual a 1 ($F_R = 1$).

c) Coeficiente de Equivalência estrutural (K)

São recomendados pelo já referido manual do projeto do DNER e



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

aqui adotamos, os seguintes coeficientes estruturais (K) para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento.

Tabela 1 – Coeficiente K em função do tipo de base

TIPO DE PAVIMENTO	COEFICIENTE K
<i>Base ou revestimento de concreto betuminoso usinado à quente CBUQ.</i>	2.0
<i>Base ou revestimento pré-misturado à quente de graduação densa.</i>	1.7
<i>Base ou revestimento pré — misturado à frio de graduação densa.</i>	1.4
<i>Base ou revestimento betuminoso por penetração</i>	1,2
<i>Brita graduada</i>	1.1
<i>Material Granular</i>	1.0

Adotamos genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais e simbologia consagrada pelo uso do DNER.

Kr = Coeficiente estrutural do revestimento betuminoso

Kb = Coeficiente estrutural da base

Ksb = Coeficiente estrutural da Sub-base e,

d) Espessura Mínima do revestimento Betuminoso

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminoso é de vital importância na “performance” do pavimento, quanto a sua duração em termos de vida de projeto, e é ainda um dos pontos abertos na discussão da engenharia rodoviária, que se trate de proteger a camada da base contra os esforços impostos pelo tráfego, que se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração e flexão.

Estudos e observações do IPR para Recomendações contidas no Manual de Projeto de Engenharia do DNER visam especialmente as bases de comportamento permanente granular e são as seguintes:

Tabela 2 – Espessura do pavimento em função de N

ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO	NÚMERO “N”
<i>Tratamentos superficiais betuminosos.</i>	$N \leq 10^6$
<i>Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.</i>	$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$
<i>Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura.</i>	$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$
<i>Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.</i>	$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$
<i>Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.</i>	$N > 5 \times 10^7$



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Rua José P. dos Santos

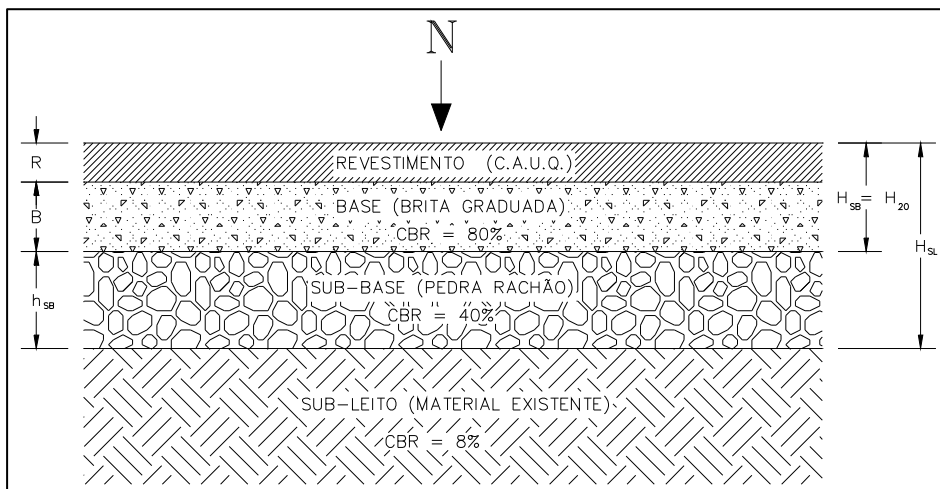


Figura 1 – Camadas do leito de rodagem

No dimensionamento do pavimento considerou-se:

- a previsão de solicitações das cargas dos veículos ao longo da vida útil, definida pelo número N, para o trecho em estudo.
- Índices de suporte das camadas do pavimento e do sub-leito e, os coeficientes de equivalência estrutural atribuída às camadas constituintes dos pavimentos.

As solicitações do pavimento pelo eixo padrão de 80,4 KN (8,2 tf), o número N, conforme determinado nos estudos de tráfego, os índices de suporte dos materiais constituintes das camadas do pavimento e do sub-leito de acordo com as avaliações constantes nos estudos geotécnicos e os coeficientes de equivalência estrutural.

Os coeficientes de equivalência estrutural adotados são os seguintes:

- Concreto betuminoso usinado a quente = 2,0
- Brita graduada = 1,1
- Sub-base imediatamente acima do sub-leito = 1,0

As espessuras do pavimento e das camadas que o constituem de acordo com a metodologia e o exposto esta no quadro final.

- Símbolos utilizados:



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
 SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

P = Período, vida útil 10 anos

V1 = Volume médio diário de tráfego no ano de abertura;

Vm = Volume médio durante a vida útil;

Vt = Número total de veículos que irão utilizar o pavimento durante a vida útil.

Previsão de solicitações por veículos

Solicitações	Veículo				
	Auto	Cam Leve	Cam Médio	Cam Pesado	Ônibus
Semanais	840	98	56	42	112
Semanas por ano	52	52	52	52	52
Período Projeto (anos)	10	10	10	10	10
Total	436.800	50.960	29.120	21.840	58.240

Ano	Carro Passeio	Ônibus	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Pesados
2013	120 v/dia	16 v/dia	14 v/dia	9 v/dia	6 v/dia
	72,73 %	9,70 %	8,48 %	5,45 %	3,64 %

$$V_t = 365 * V_1 * \left[\frac{\left(1 + \frac{t}{100}\right)^P - 1}{\left(\frac{t}{100}\right)} \right] = 365 * 182 * \left[\frac{\left(1 + \frac{0,035}{100}\right)^{10} - 1}{\left(\frac{0,035}{100}\right)} \right] = 665.347... \text{veículos}$$

Cálculo dos fatores para determinação do número (N) para dimensionamento do Pavimento. (Conforme método indicado).

Dados = Volume Atual de Veículo dia (165), Pior situação.

t (taxa de crescimento anual de veículos) = 3,5 % aa.

P (período de projeto) = 10 anos.

VT (volume total de veículos) = 596.960 veículos.

Cálculo do fator veículo (Fv)

Eixo	Carga (tf)	Auto	Cam Leve	Cam Médio	Cam Pesado	Ônibus	Total
Dianteiro	7	-	0,006	0,516	0,516	0,516	1,554
Traseiro Simples	11,5		0,131	7,884		7,884	15,899
Traseiro Duplo	17				8,549		8,549
Fatores de Veículo (FV)			0,137	8,400	9,065	8,400	

Cálculo do número N

Ano	VMDA _{Leve}	VMDA _{Médio}	VMDA _{Pesado}	VMDA _{ônibus}	Σ(VMDAxFV)	N _{Anual}
1	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
2	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
3	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
4	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
5	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
6	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
7	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
8	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
9	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
10	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06

$$N = 1,26 \times 10^6$$



Cálculo do número N considerando a taxa de crescimento

Ano	VMDA _{Leve}	VMDA _{Médio}	VMDA _{Pesado}	VMDA _{ônibus}	$\Sigma(VMDA \times FV)$	N _{Anual}
1	65.520	50.960	36.400	58.240	1.256.222	1,26E+06
2	67.813	52.744	37.674	60.278	1.300.190	1,30E+06
3	70.187	54.590	38.993	62.388	1.345.697	1,35E+06
4	72.643	56.500	40.357	64.572	1.392.796	1,39E+06
5	75.186	58.478	41.770	66.832	1.441.544	1,44E+06
6	77.817	60.524	43.232	69.171	1.491.998	1,49E+06
7	80.541	62.643	44.745	71.592	1.544.218	1,54E+06
8	83.360	64.835	46.311	74.098	1.598.266	1,60E+06
9	86.277	67.105	47.932	76.691	1.654.205	1,65E+06
10	89.297	69.453	49.609	79.375	1.712.102	1,71E+06

De acordo com a tabela 2: **R=5,0 cm de C.A.U.Q.**

5. DIMENSIONAMENTO DA ALTURA

Dispondo dos Índices Suporte, do subleito, do reforço do subleito e da sub-base, pode-se obter, através do ábaco de dimensionamento, em primeira aproximação, as espessuras necessárias, respectivamente, **acima** dessas camadas. A simbologia a ser adotada é:

Subleito: IS = m; Reforço do subleito: IS = n e Sub-base: IS = 20.

O ábaco dará as espessuras necessárias acima dessas camadas, sem levar em conta a qualidade dos materiais que irão compor o pavimento. Admite-se que todos os materiais das camadas são iguais quanto ao comportamento estrutural, correspondente a um coeficiente de equivalência $K = 1$, a ser definido a seguir:

Então se tem:

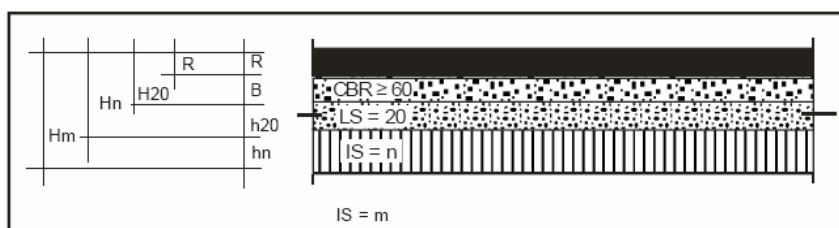


Figura 2 – Simbologia das camadas

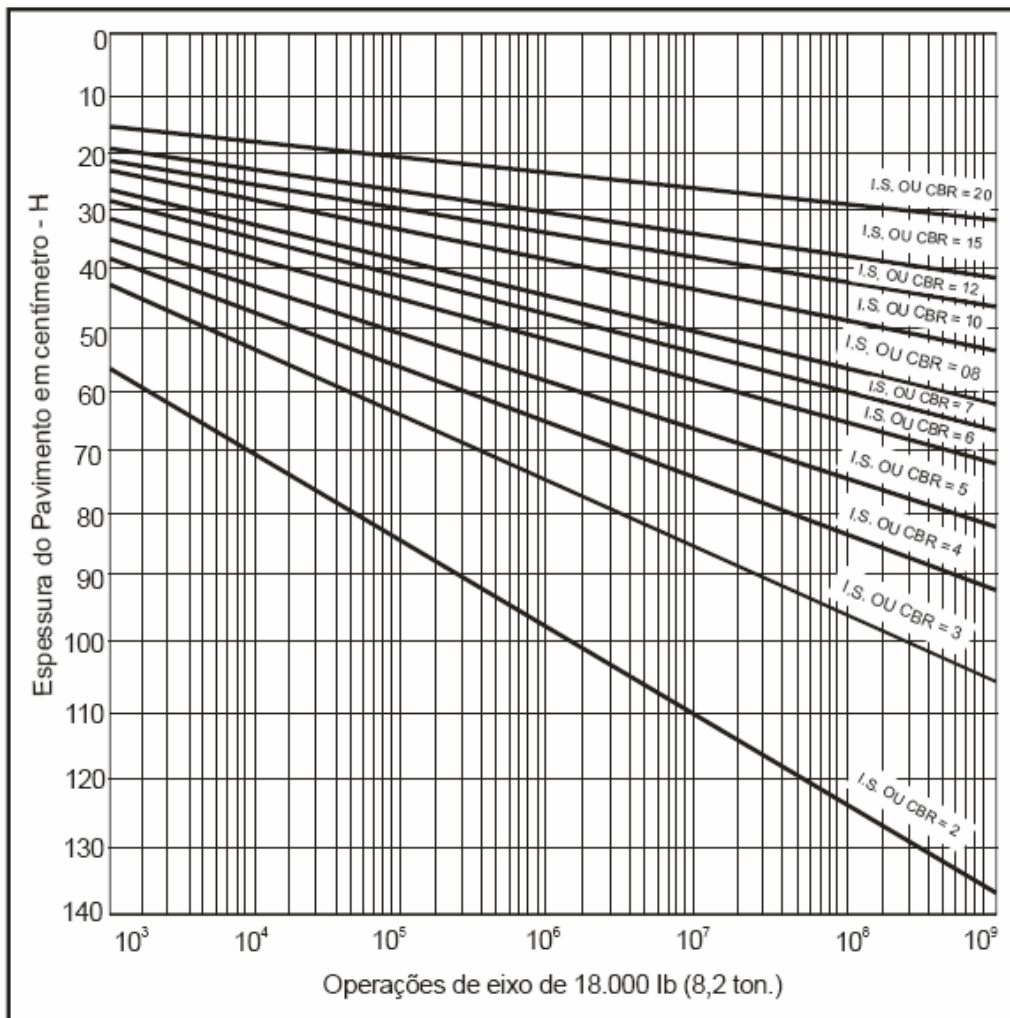


Figura 3 - Ábaco para dimensionamento

CBR sub-leito = 7 %

• **Os coeficientes de Equivalência Estrutural:**

C.A.U.Q.: $K_r = 2,0$
Brita Graduada: $K_B = 1,1$
Sub-base: $K_{SB} = 1,0$

Este método supõe que há sempre uma drenagem superficial que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado menos 1,5 cm em relação ao greide de regularização.

Equação 1:

$$R_{CAUQ} \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$
$$5,0 \times 2,0 + B \times 1,1 \geq 25$$
$$B = 13,6 \text{ cm} \quad \therefore \mathbf{B_{ADOTADO} = 15,0 \text{ cm}}$$



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

OBS.: “H₂₀” foi tirado do gráfico apresentado pelo autor em função de N e CBR.

Equação 2:

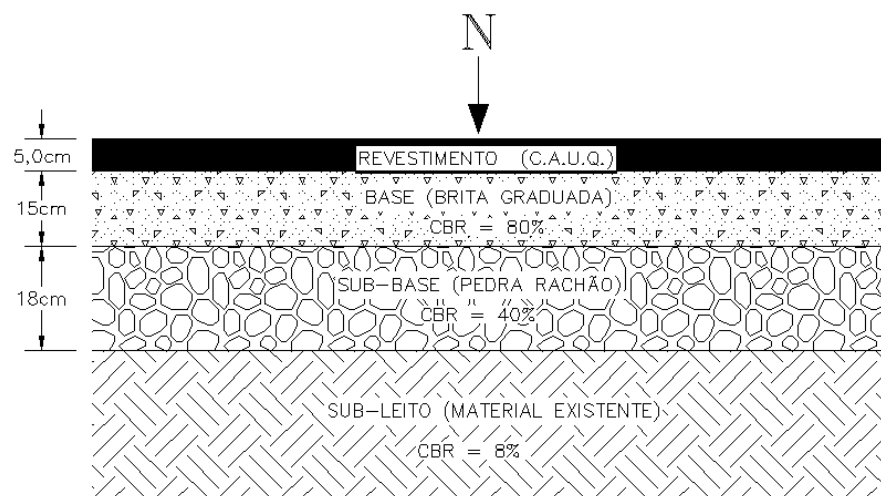
$$R_{CAUQ} \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} \geq H_{SB}$$

$$5,0 \times 2,0 + 15 \times 1,1 + h_{SB} \times 1,0 \geq 43$$

$$h_{SB} = 16,5 \text{ cm} \quad \therefore \quad h_{SB} \text{ ADOADO} = 18,0 \text{ cm}$$

OBS.: “H_{SB}” foi tirado do gráfico apresentado pelo autor em função de N e CBR.

DIMENSIONAMENTO FINAL



Gaspar, 20 Abril de 2017.

GERCIO ISSAO KUSSUNOKI
Engenheiro Civil – Crea-SC 055.572-6