



AMOP
ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO
OESTE DO PARANÁ

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO

**MEMORIAL DE CÁLCULO
E DESCRITIVO DE PAVIMENTAÇÃO – CÉU AZUL - PR**

MEMORIAL DE CÁLCULO E JUSTIFICATIVA DE PAVIMENTAÇÃO

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Obra:

Execução de Pavimentação nos seguintes trechos:

1. Rua São Salvador, trecho entre as Ruas Moisés Vissoto e Rua Barão do Rio Branco;
2. Rua Belo Horizonte, trecho entre as Ruas Moisés Vissoto e Rua Barão do Rio Branco;
3. Rua Niterói, trecho entre as Ruas Moisés Vissoto e Rua dos Imigrantes;
4. Rua Irmã Carmelita Maria Cecília de Jesus, trecho entre as Ruas Moisés Vissoto e Rua dos Imigrantes.

Proprietário:	PREFEITURA MUNICIPAL DE CÉU AZUL
Área Pav. Asfáltica:	10.268,84 m ²
Responsável técnico:	JONATHAN ALEXANDRO ESTRELA Engenheiro Civil CREA – PR 136.181/D Depto.de Planejamento – AMOP

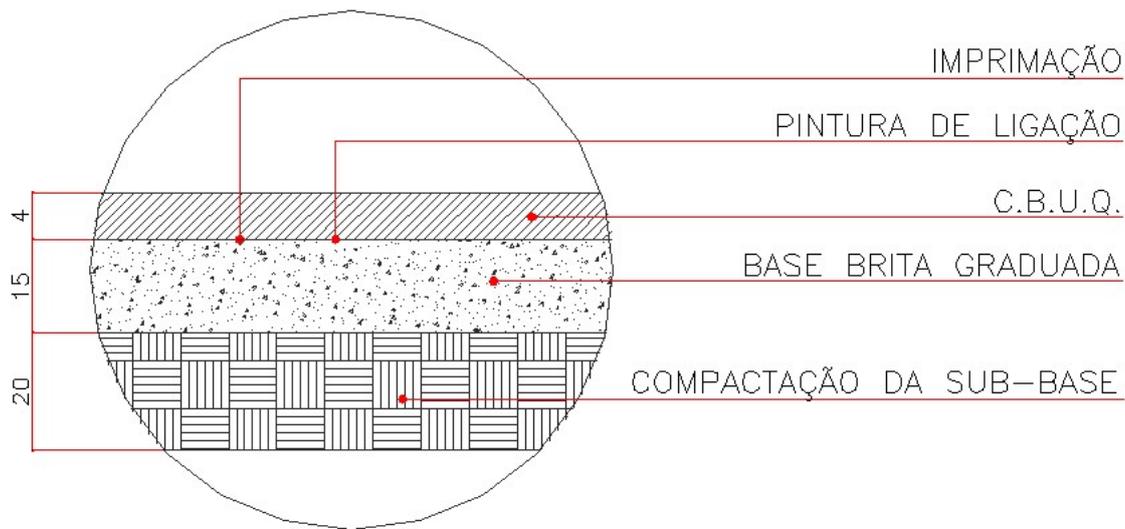
2. FINALIDADE

O presente documento visa justificar a espessura da camada de revestimento asfáltico adotada para a obra.

3. CONDIÇÕES GERAIS

Todos os materiais utilizados, assim como os métodos adotados para execução da obra, deverão satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR, devendo ainda ser realizados controles de qualidade de acordo com às exigências do DNIT, conforme especificado no memorial descritivo da obra.

As espessuras das camadas de base, sub-base e revestimento asfáltico propostos para a obra em questão são apresentadas a seguir:



DETALHE PAVIMENTAÇÃO SEM ESCALA

Figura 01 – Camadas Pavimentação Asfáltica

Na construção de todas as camadas de um pavimento, intervém a operação de compactação, cujos objetivos são obter uma máxima estabilidade e atenuar os recalques devidos ao tráfego.

Não se deve perder de vista que as condições de rolamento de um pavimento ou o desempenho de sua superfície, durante a vida de serviço, dependem muito de uma compactação bem executada durante a construção, sendo de todo interesse, pois, uma boa compactação inicial, sobre a qual o tráfego, em si mesmo não terá muito efeito. Pode-se dizer que, de modo quase geral, com um aumento da compactação, há um aumento da resistência a cisalhamento, e uma diminuição da deformabilidade.

Para garantir uma compactação eficiente da estrutura do pavimento de acordo com a Revista Cultivar Máquinas, edição 21 de maio-junho/2003, são recomendados no mínimo seguir os seguintes procedimentos:

- Camada do sub-leito: 6 passadas de rolo pé de carneiro em camadas de 20cm;

- Camada base de brita graduada: 4 passadas de rolo liso em uma camada que após compactada fique com espessura igual a 15cm;
- Camada de CBUQ: 4 passadas de rolo pneumático.

Caso o controle de qualidade exigido pelo DNIT indique que a camada necessita de maior compactação, usar os métodos com ensaios laboratoriais.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

Para a realização do cálculo das espessuras das camadas foi utilizado como referência o Manual de Pavimentação do DNIT, 2006.

4.1 ESPESSURA MÍNIMA:

Conforme o Manual de Pavimentação do DNIT, “A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão”.

O mesmo manual apresenta valores de espessuras recomendadas, apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 01 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

Fonte: Manual de Pavimentação DNIT, 2006.

4.2 NÚMERO “N”:

O pavimento é dimensionado em função do número equivalente (N) de operações de um eixo tomado como padrão, no caso para pavimentos flexíveis o Método do DNER adota o eixo com carga de 8,2tf (18.000lb), durante o período de projeto escolhido.

4.2.1 Volume Médio Diário de Tráfego

Sendo V_1 o volume médio diário de tráfego no ano de abertura, num sentido e admitindo-se um taxa $t\%$ de crescimento anual, em progressão aritmética, o volume médio diário de tráfego, V_m , (num sentido) durante o período de P anos, é:

$$V_m = \frac{V_1 [2+(P-1)t/100]}{2}$$

O volume total de tráfego, (num sentido) durante o período, V_t , será:

$$V_t = 365 \times P \times V_m$$

4.2.1 Fator de Veículo

O fator de veículo (FV) é obtido pela multiplicação do fator de eixo (FE) e do fator de carga (FC). Para o cálculo de FE, FC e FV é necessário conhecer a composição de tráfego, e o fatores de equivalência são obtidos através do ábaco a seguir:

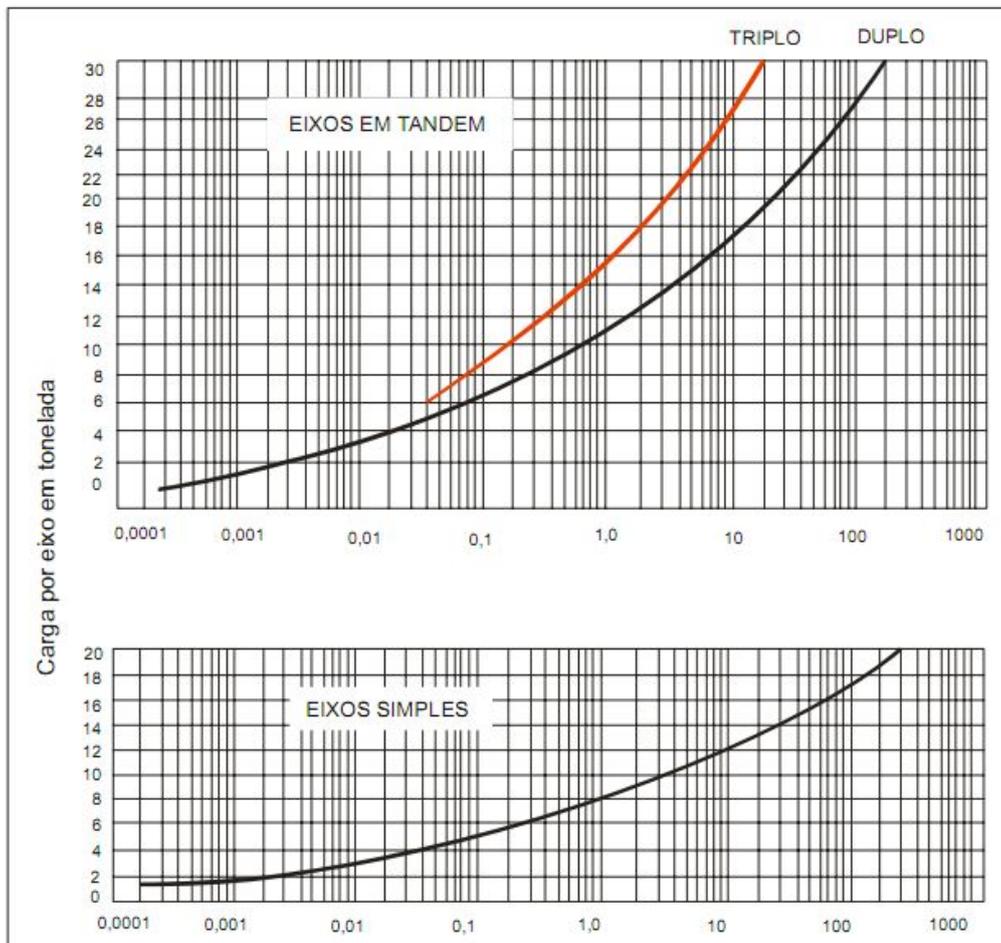


Figura 02 – Fatores de Equivalência de Operação
Fonte: Manual de Pavimentação DNIT, 2006.

O fator de eixo (FE) é a determinação do número de eixos correspondentes:

- 2 eixos → x%

- 3 eixos → y%

- 4 eixos → z%

$$FE = 2x + 3y + 4z$$

Os fatores de veículo para automóveis e caminhões leves (embora calculáveis) são desprezíveis, interessando especialmente os fatores para caminhões médios, pesados e reboques e semi-reboques.

4.2.1 Fator Climático Regional

Para levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano, o número equivalente de operações do eixo-padrão ou parâmetro de tráfego, N, deve ser multiplicado por um coeficiente (FR).

Tem-se adotado um $FR = 1,0$ face aos resultados de pesquisas desenvolvidas no IPR/DNER.

5. RESULTADOS OBTIDOS

O volume total de tráfego, considerando 10 anos como período de vida útil e estimando um crescimento de veículos em 2% ao ano, é apresentado a seguir:

Tabela 02 – Estimativa de Veículos para o Período de 10 Anos

V1 (veíc./dia)	P (anos)	t (%)	Vm (veíc./dia)	Vt (veíc.)
250	10	2	272,5	994625

O Fator de Veículo obtido é apresentado na tabela a seguir, com a respectiva percentagem para cada tipo de veículo:

Tabela 03 – Fator de Carga

Eixo Simples (ton)	Porcentagem	Fator de Equivalência	Fator de operações
<5	90	0	0
5	6	0,1	0,006
7	2	0,5	0,01
Eixo Tandem Duplo (ton)	Porcentagem	Fator de Equivalência	Fator de operações
20	2	20	0,4
TOTAL			0,416

Assim, o número “N” obtido é apresentado a seguir:

Tabela 04 – Número “N”

Vt (veíc.)	FE	FV	FR	N
994625	2,02	0,416	1	835803

Portanto, comparando o valor encontrado para “N” com a tabela apresentada pelo Manual de Pavimentação do DNIT/2006, o Revestimento Betuminoso enquadra-se com “Tratamentos Superficiais Betuminosos”. Assim, não há especificação de espessura mínima para este caso. Portanto será utilizado espessura de 4 cm para o revestimento betuminoso.

6. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

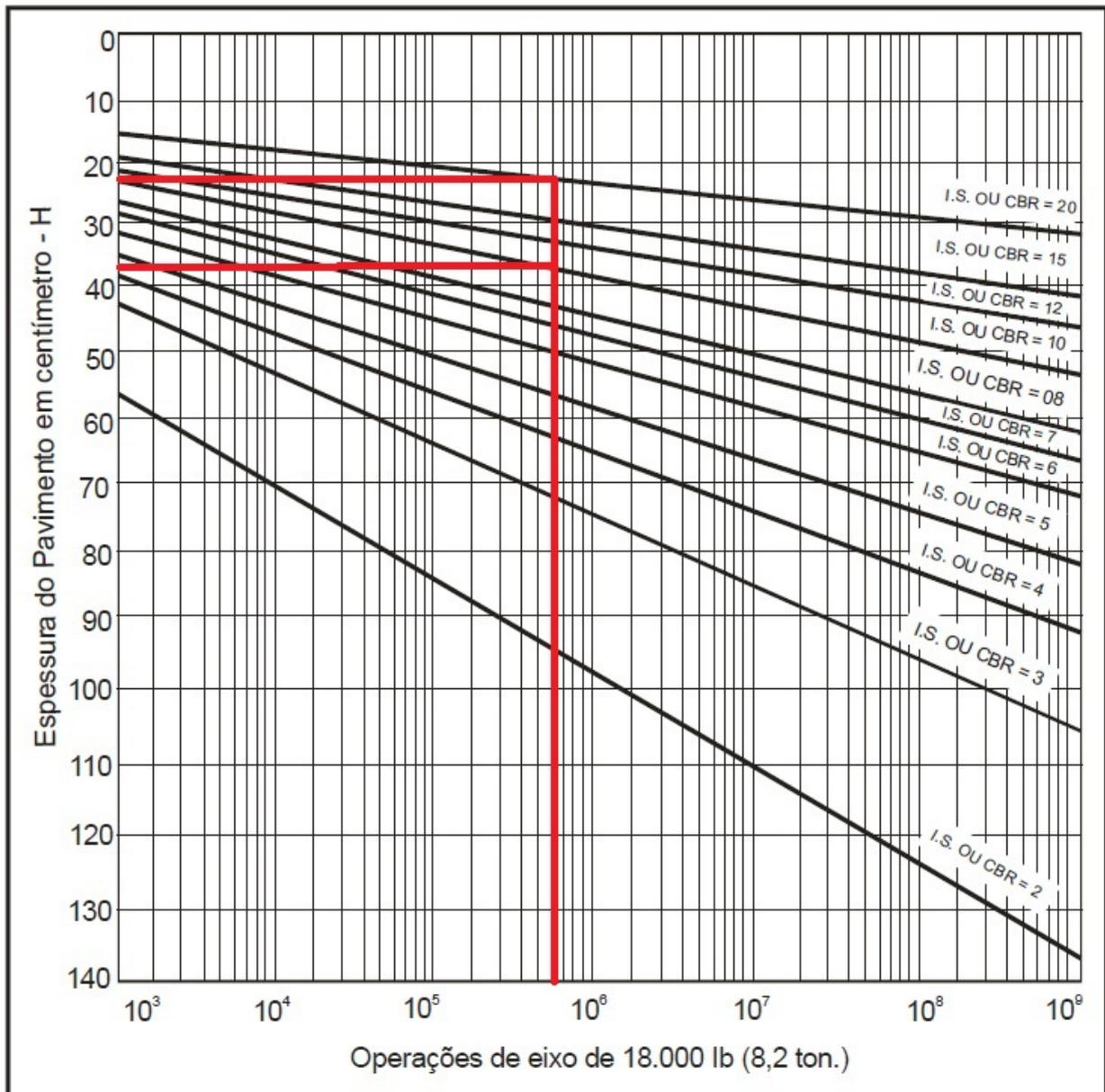
Para o dimensionamento do pavimento foi utilizado o método do D.N.E.R

Através de sondagem nos locais da obra chegou-se nos seguintes valores:

- CBR adotado = 10,50 (Proctor Normal):

Sendo assim:

Tabela 05 – Espessura do pavimento -“H”



Entrando na tabela com CBR = 10,5 e operações $8,35 \times 10^5$ obtemos $H = 36\text{cm}$

Entrando na tabela com CBR = 20 e operações $8,35 \times 10^5$ obtemos $H_{20} = 22\text{cm}$

Coefficientes estruturais dos elementos a serem utilizados:

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ – $K_r = 1,70$;
- Base brita graduada – $K_B = 1,00$
- Reforço do subleito – (solo compactado) – $K_{ref} = 0,71$

Cálculo das espessuras das camadas

Adotando revestimento em CBUQ com espessura de 4,00cm, temos:

$$\text{Base brita graduada (B)} = R \times K_r + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$4,00 \times 1,7 + B \times 1 \geq 22$$

$$B \geq 15,2 \text{ cm}$$

Portanto, adotaremos espessura da base de 15,00cm.

Para cálculo da espessura do reforço, temos:

$$\text{Reforço do subleito} = R \times K_r + B \times K_B + H_{ref} \times K_{ref} \geq H$$

$$4,00 \times 1,7 + 15 \times 1 + H_{ref} \times 0,71 \geq 36$$

$$H_{ref} \geq 20$$

Portanto, adotaremos espessura do reforço do subleito de 20.

Cascavel, 08 de agosto de 2015.

AMOP – ASSOC. DOS MUN. DO OESTE DO PARANÁ
JONATHAN ALEXANDRO ESTRELA
Engenheiro Civil CREA – PR- 136.181/D
Depto. Planejamento