MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO
DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM CBUQ

MUNICÍPIO DE BELMONTE – SANTA CATARINA
TRECHO RURAL: LINHA TABAJARA

Elaborado por: Bonetti & Klein Ltda
CNPJ: 43.925.542/0001-88
Equipe Técnica: Bruno Gustavo Klein – CREA-SC 147441-0
Daniel Wilk Junior – CREA-SC 144263-4

1. APRESESENTAÇÃO

O presente documento tem como objetivo apresentar memória de cálculo de dimensionamento de projeto de pavimentação flexível em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na estrada rural da Linha Tabajara, com distância de 3.681,64 metros, situada dentro do perímetro rural da cidade de Belmonte/SC.



Mapa do trecho a ser pavimentado.

2. DADOS DA OBRA E SITUAÇÃO ATUAL

OBRA: Pavimentação Asfáltica em CBUQ em estrada rural;

LOCAL: Município de Belmonte, Santa Catarina

TRECHO: Linha Tabajara

OBJETO: Pavimentação asfáltica em CBUQ

COMPRIMENTO: 3.681,64 metros

LARGURA DE PISTA DE ROLAMENTO: 6,0 metros

LARGURA DE INTERVENÇÃO TOTAL: 7,0m

Atualmente o pavimento é em leito natural, executado de forma irregular com variações em sua largura e greide. A pavimentação se encontra compactada e com solo regular para recebimento da pavimentação flexível.

A pavimentação existente se apresenta relativamente regular na superfície, com nível acima do nível das residências e chácaras existentes no trecho. Nota-se boa compactação em camada inicial do leito, homogeneidade e boas propriedades do solo.

Desta maneira, aliado ao relatório de sondagem, decidiu por não executar cortes elevados no greide do pavimento. Assim, o pavimento será executado sobre o greide atual, com corte e aterro elaborados para ajuste no abaulamento e curvatura da pista, conforme projeto de terraplanagem.

Os materiais utilizados na base, sub-base, são escolhidos conforme suas características físicas e disponibilidade na região próxima ao pavimento. Assim, a base será executada em brita graduada, a sub-base em macadame seco.

3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento da pavimentação em CBUQ foi utilizado o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER), conhecido por Método Murilo Lopes de Souza, amplamente utilizado no Brasil.

O método é uma adaptação elaborada pelo Eng. Murilo Lopes de Souza, em 1996, do método desenvolvido pelo USACE, o qual utiliza conclusões da pista experimental de AASHO de 1958 a 1960.

Soma-se ao documento premissas de dimensionamento apontadas no Manual de Pavimentação do DNIT, (IPR. Publ. 719), 2006, assim como e IP 02 e 04-2004 Prefeitura Municipal de São Paulo e também ao Caderno de Orientações Técnicas, Estrada Boa Rural, disponibilizado pelo Governo de Santa Catarina, versão 15/10/2025.

Seguindo o modelo de dimensionamento, temos 4 etapas de trabalho que fazem parte do dimensionamento do pavimento flexível. A primeira, definição da capacidade de suporte do subleito, elaborada em laudo de sondagem. A segunda, definição dos materiais a serem utilizados no pavimento. A terceira, determinação do tráfego no pavimento, por definição determinação do número N. Por final, com os dados levantados, dimensionamento do pavimento da pista de rolamento com definição das espessuras das camadas.

3.1. CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

Para definição da capacidade de suporte do subleito, realizou-se sondagens no trecho a ser pavimentado. No resultado do laudo de sondagem, apresentado em documentos anexos, temos como Índice de Suporte do Subleito de 10,7% e expansão de 0,57%.

Para índices de expansão menores que 2,0%, não se faz necessário reforço de subleito. Sendo assim o pavimento será composto de sub-base, base, e camadas de CBUQ, diretamente acima do subleito com solo local.

3.2. DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS

Para definição dos materiais a serem utilizados no pavimento, é pensado na disponibilidade de materiais. Tais escolhas são tomadas diante da disponibilidade dos

materiais na região de execução do pavimento, como índice de suporte desejados para camadas de base, sub-base.

Sendo assim, os materiais a comporem o pavimento escolhido foram:

Camada	Material
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
Base	Brita Graduada
Sub-base	Macadame seco
Subleito	Base de solo atual

Tabela – Definição de materiais a executar no pavimento

3.3. DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO

Para o estabelecimento do parâmetro "N" (número de operações do eixo padrão de 80KN), utilizamos a metodologia apresentada em IP-02/2004 da Prefeitura de São Paulo.

Sendo assim a classificação é elaborada conforme Quadro 2.1 de IP-02/2004. Para definição de "N" no trecho rural da Linha Tabajara em Belmonte, definiu-se as mesmas como *via local*, com tráfego previsto *médio* e com vida de projeto de *10 anos*.

Sendo assim, o número "N" para tal situação pelo quadro apresentado, é definido entre $2{,}7 \times 10^4$ *a* $1{,}40 \times 10^5$. Diante das características locais de fluxo apresentadas, do Volume Médio Diário de tráfego de aproximadamente 150 veículos/dia, e da limitação imposta pelo *Caderno de Orientações Técnicas do Estrada Boa Rural*, com limitador máximo do "N" sendo $\mathbf{1{,}0 \times 10^5}$ optamos por trabalhar com "*N*" neste limite, assim sendo, $\mathbf{N = 1{,}0 \times 10^5}$.

Quadro 2.1

Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equiva-lente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	**Caminhão/ Ônibus**			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 (1)	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

Notas:

(1) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagem e partidas)

(2)Números de solicitações adotadas:

N = 365 x 10 x Vo x 1,25 x e = 4560.Vo.e

N = 365 x 12 x Vo x 1,30 x e = 5690.Vo.e

Considerando somente o volume de caminhões e ônibus e taxa de crescimento de 5% a.a.

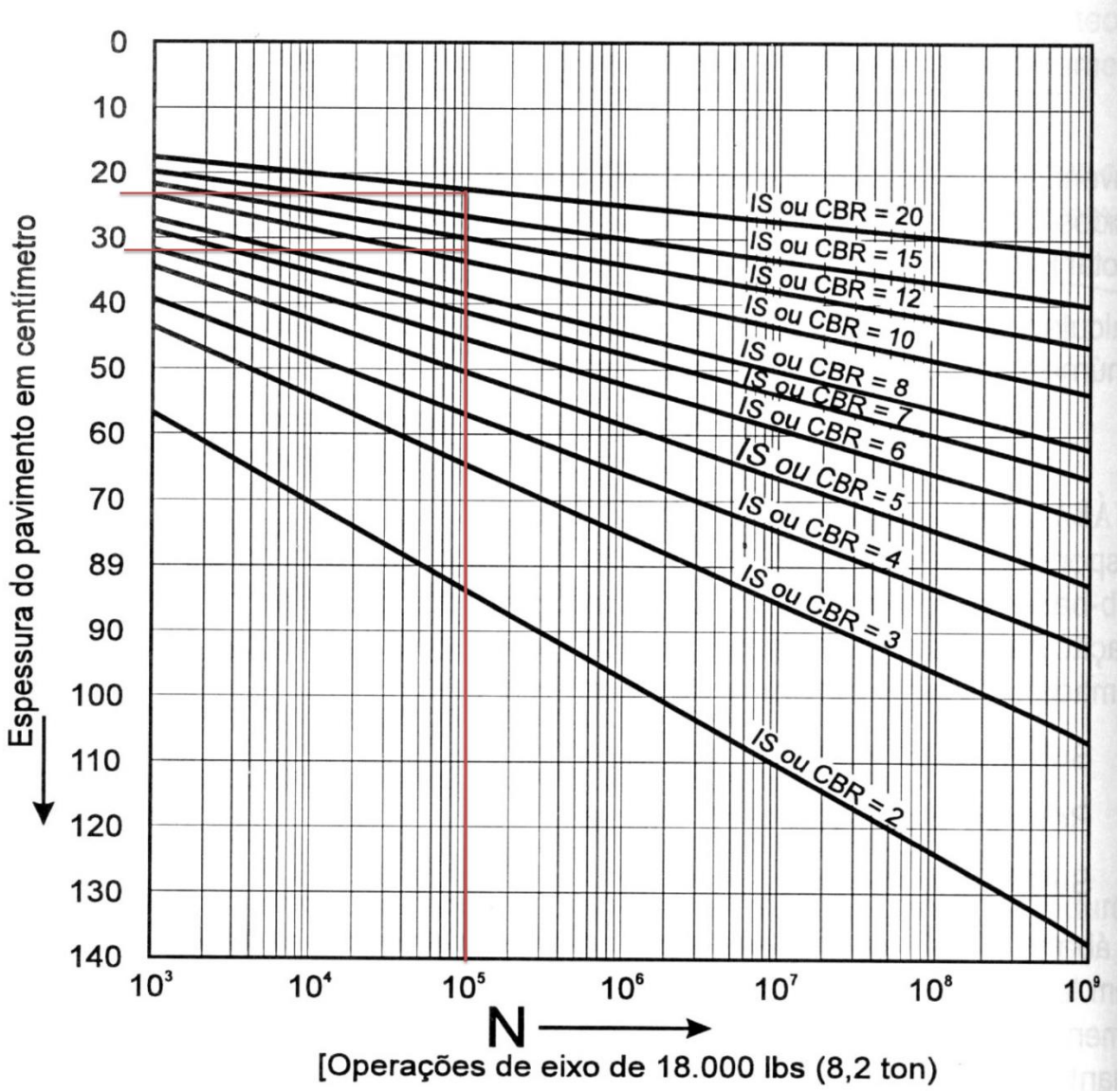
(3)Equivalente expresso em nº de solicitações do eixo padrão de 82 kN (equivalência do DNIT).

(4) O período de projeto adotado é de 10 anos, em função da duração máxima da camada asfáltica de revestimento (oxidação de ligante), sendo o período recomendado pelo método de dimensionamento do DER/SP (667122), DNIT, e embasado no método da AASHTO.

(5) Para o tráfego muito pesado e corredores de ônibus adotou-se o período de 12 anos, em função de apresentar estruturas robustas e criteriosamente dimensionadas, levando-se em conta estudos mecanicistas das camadas do pavimento, bem como em alguns casos a adoção de estruturas cimentadas.

3.4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para dimensionamento do pavimento, adotando a metodologia escolhida, utilizamos de ábaco auxiliar apresentado na metodologia, para encontrar as espessuras do pavimento em centímetros, com dados de I.S. 10,7% e "N" 1,0 x 10^5.



Encontrando assim:

H20 = 23cm

H10,7 = 32cm

H10,7 = 32cm

Para definição das camadas, utilizamos tabela de coeficientes de equivalência estrutural K, conforme Tabela apresentada abaixo.

Tabela 5 - Coeficientes de equivalência estrutural K

Componentes dos pavimentos	**Coeficiente K**
Base ou revestimento de concreto Betuminoso	2.00
Base ou revestimento pré- misturado a quente de graduação densa	1.70
Base ou revestimento pré- misturado a frio de graduação densa	1.40
Base ou revestimento por penetração	1.20
Base granular	1.0
Sub- base granular	0.77 (1.00)
Reforço do sub- leito	0.71 (1.00)
Solo- cimento resistência a compressão em 7 dias > 45 kgf cm^2	1.70
Idem resistência a compressão em 7 dias entre 45 kgf cm^2 e 35 kgf cm^2	1.40
Idem resistência a compressão a 7 dias inferior 35 kgf cm^2	1.00

Para verificar se as espessuras de cada camada de material a utilizar no pavimento suportam os valores encontrados mínimos pelo ábaco, fazemos a multiplicação da espessura da camada com seu fator K.

Sendo assim:

- Sub-base em Macadame Seco, com 16cm de espessura e K=0,77:
- Base em brita graduada, com 16cm de espessura e K=1,00;
- Camada de revestimento em CBUQ tipo "FAIXA C", com 4cm de espessura e K=2,0;

Totalizando:

$$(16*0,77)+(16*1)+(4*2) \geq h_{8,7}$$

$$36,32 \geq 32,00cm$$

De forma auxiliar, apenas para verificação, utilizou-se planilha SECID/PR, utilizado pelo Estado do Paraná, para dimensionamento de pavimentos, resumindo o cálculo do pavimento.

SECID / PARANACIDADE

MUNICÍPIO :	BELMONTE/SC	E.R. :
OBRA :	PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ	SAM :
	TRECHO NA LINHA TABAJARA 3,68km	LOTE :

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Método DNIT - Murilo Lopes de Souza

Comentários iniciais :

O Estudo do Subleito é um capítulo muito importante para o sucesso do Projeto. Para efetuarmos o dimensionamento das camadas superiores do pavimento, precisamos conhecer a Capacidade de Suporte do subleito, bem como, as cargas que atuarão sobre o mesmo, durante a vida útil da via.

Iniciamos então a definição do Projeto, estudando a solução do subleito.

Primeiro Passo :

Determinar o Indice de Suporte do Subleito

Exitem duas possibilidades para o subleito

a) Quando o Indice de Suporte for maior o igual a 2,00 % : **manter o subleito natural**

b) Quando o Indice de Suporte for **menor** que 2,00 % : **Estudar a solução**

b.1 Podemos remover o subleito e repor com Material de qualidade superior

b.2 Podemos Reforçar o subleito com utilização de ***Geosintéticos / Geogrelhas***

Ou ainda, estudar outras soluções.

obs:- Em todos os casos é necessário primeiramente solucionar a Drenagem do Subleito

Portanto, definida a solução para o Subleito e para a Drenagem, inicamos então o dimensionamento a partir do Índice de Suporte do subleito

I.S	10,7

Segundo Passo :

Determinar o Volume de Tráfego ..... $N = a.10^{b}$

Com base nos estudos realizados, determinam-se os parâmetros

a = 1,0 e b = 5 Obtendo-se o valor de "N = 1,0 x 10^{5}

Terceiro Passo :

Elaborar as Alternativas para o Projeto do Pavimento :

Com base nos Estudos realizados, na disponibilidade de Materiais na Região, na experiência dos técnicos envolvidos no Projeto e nas Soluções Técnicas de Pavimentação adotadas pelo Município em Projetos anteriores, formulamos as "**Alternativas de Soluções**" para o presente Projeto.

Alternativa 1 :

		I.S	K
Revestimento :	Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ		2,00
Base :	Brita Graduada	20	1,00
Sub-base :	Macadame Seco ou Poliédrico	20	0,77
Ref. do Sub leito :	Solo Local	10,7	0,77

Quarto Passo :

Determinar Tipo e Espessura do Revestimento

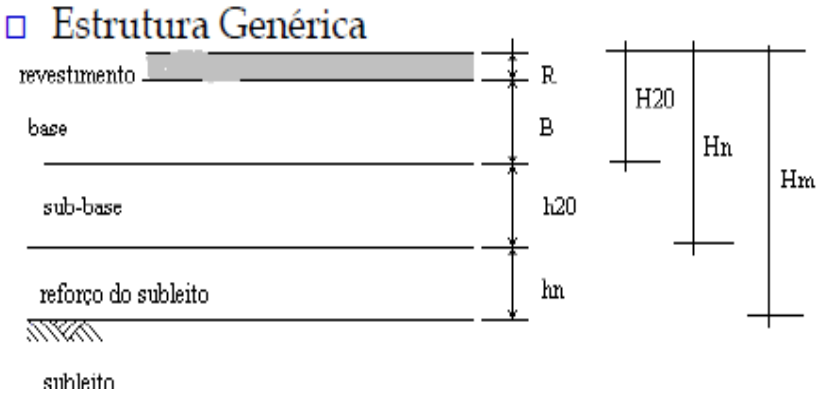
Em função do Volume de Tráfego "N" e dos Materiais Disponíveis na Região, escolhemos um Tipo de Revestimento e atribuimos a Espessura do mesmo.

Revestimento: **Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ** e = **4,00 cm**

Quinto Passo :

Calcular as alturas de Pavimento necessárias acima de cada camada

Em função do Volume de Tráfego "N" e do IS (**Índice de Suporte**) de cada camada, do quadro de alternativas acima



a) Alternativa 1

Temos então : ***altura de pavimento em cm (tiradas do ábaco - ANEXO)***

a) **Revestimento**		**R =**	**4,00** cm	K_R =	2,00	cm
b) H_{20} **- Sobre a sub-base**	H_{20} =	**H 20 =**	**23,00** cm	K_B =	1,00	cm
c) H_n **- Sobre o Reforço**	H_n =	**H 10,7 =**	**32,00** cm	K_{SB} =	0,77	cm
d) H_m **- Sobre o Subleito**	H_m =	**H 10,7 =**	**32,00** cm	K_{ref} =	0,77	cm
CONFERÊNCIA : Hm obtido	H_m =	**obtido**	**36,32** cm			

Uma vez adotada a espessura do pavimento **"R"** , Adotado : **R = 4,00 cm**

calculamos a seguir a espessura mínima para a **BASE ("B")**

$$R.\,K_R + B.\,K_B \geq H_{20}$$

donde, **B** (mín) = **15,00 cm** Adotado : **B = 16,00 cm**

calculamos a seguir a espessura mínima para a Sub-ase (**SB**)

$$R.\,K_R + B.\,K_B + SB.\,K_{SB} \geq H_n$$

donde, **SB** (mín) = **10,40 cm** Adotado : **SB = 16,00 cm**

calculamos a seguir a espessura mínima para o Reforço do Subleito (**SB**)

$$R.\,K_R + B.\,K_B + SB.\,K_{SB} + Ref.\,K_{Ref} \geq H_m$$

donde, **Ref** (mín) = **0,00 cm** Adotado : **Ref = 0,00 cm**

Diante da **verificação positiva** chegamos à estruturação do pavimento.

Camada	Material	Espessura
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) Faixa "C" DER	4cm
Base	Brita Graduada	16cm
Sub-base	Macadame Seco	16cm

4. EXECUÇÃO DO PAVIMENTO

Para a pavimentação apresentar o resultado previsto em dimensionamento, ela seguirá especificações de serviço do DNIT e orientações do Memorial Descritivo.

É essencial que os materiais apresentados na execução possuam controle tecnológico fornecido, essencial para preencher as premissas de dimensionamento e o pavimento tenha bom desempenho. Cabe a fiscalização municipal de Belmonte, a qual será preenchida por equipe técnica definida pela mesma, acompanhar e exigir tais premissas da empresa que venha a executar o pavimento.

Belmonte, 18 de novembro de 2025

gov.br Documento assinado digitalmente
DANIEL WILK JUNIOR
Data: 09/03/2026 21:13:37-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

BONETTI & KLEIN LTDA-ME
CNPJ: 43.925.542/0001-88
DANIEL WILK JUNIOR
ENGENHEIRO CIVIL
CREA-SC 144263-4