



# **Município de Nova Ramada**

**Estado do Rio Grande do Sul**

**CNPJ: 01.611.828/0001-49**

**Setor de Engenharia**

## **MEMORIAL DE CÁLCULO**

### **1. OBJETIVO**

Trata-se da memória de cálculo do projeto de PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM ÁREA RURAL NA LOCALIDADE DE BARRO PRETO

Local: Estrada Sem Denominação, Localidade de Barro Preto no município de Nova Ramada/RS

Coordenadas: 28°06'02.3"S 53°42'34.9"W até 28°05'55.9"S 53°42'41.2"W.

### **2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E EXECUÇÃO INFRA-ESTRUTURA**

As especificações técnicas deste projeto foram elaboradas tendo como orientação as Especificações Gerais do DAER/RS e do DNIT, adaptando-as e resumindo-as para a execução de pavimento asfáltico urbano.

#### **2.1. Projeto Planimétrico**

O eixo do Projeto Geométrico coincide integralmente com o eixo locado. Foi dada uma atenção especial ao eixo da rua existente, utilizando apenas pequenas correções, as quais se fizeram necessárias para não comprometer o traçado geral.

#### **2.2. Projeto Altimétrico**

O greide foi projetado com o intuito de aproveitar ao máximo o traçado existente, para que não houvesse custos com a etapa de terraplanagem.

#### **2.3. Dados gerais**

A Seção Transversal em tangente está constituída por:

- Pista com 6,00 m de largura;
- Comprimento total da pista: 350,00 metros
- Trecho 1: 65,00 metros
- Trecho 2: 225,00 metros



# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

- Trecho 3: 60,00 metros
- A estrada atual possui largura de 4,0 metros

### 3. SERVIÇOS PRELIMINARES DE TERRAPLANAGEM

Área remoção da vegetação:  $[6,0 \text{ (pista)} - 4,0 \text{ (pista existente)}] \times 350,0 = 700,00 \text{ m}^2$ .

Transporte para bota fora:  $700,0 \text{ m}^2 \text{ (área remoção)} \times 0,40 \text{ m (altura vegetação)} \times 1,1 \text{ (fator de empolamento)} \times 1,0 \text{ Km (distância bota fora)} = 308,00 \text{ m}^3/\text{Km}$

Regularização do subleito:  $6,0 \text{ m (largura da pista)} \times 350,0 \text{ m (comprimento da pista)} = 2.100,00 \text{ m}^2$ .

### 4. DRENAGEM PLUVIAL

Para cálculo de aterro e reaterro deverá ser considerado que as valas terão a profundidade mínima de 110 cm e largura de 80 cm para a tubulação 40 cm de diâmetro. O reaterro será compactado manualmente até a camada de solo ficar 20 cm acima do tubo, a partir daí deve ser mecanicamente até o nível do terreno. O fundo das valas deverá ser nivelado e compactado com ferramenta manual.

### 5. BASE E SUB-BASE

Sub-base de macadame 17,00cm:  $0,17 \text{ m (espessura)} \times 350,0 \text{ m (comprimento)} \times 6,0 \text{ m (largura)} = 357,00 \text{ m}^3$ .

Base de brita graduada 15,00cm:  $0,15 \text{ m (espessura)} \times 350,0 \text{ m (comprimento)} \times 6,0 \text{ m (largura)} = 315,00 \text{ m}^3$ .

Transporte em rodovia em revestimento primário:  $672,0 \text{ m}^3 \text{ (volume de material)} \times 14,2 \text{ km (distância)} \times 1,15 \text{ (fator de empolamento)} \times 1,50 \text{ ton/m}^3 \text{ (densidade)} = 16.460,64 \text{ TXKM}$ .

Transporte em rodovia pavimentada:  $672,0 \text{ m}^3 \text{ (volume de material)} \times 74,1 \text{ km (distância)} \times 1,15 \text{ (fator de empolamento)} \times 1,50 \text{ (densidade)} = 85.896,72 \text{ TXKM}$ .

Nas laterais deverá ocorrer a contenção dos meios fios com material fornecido pelo município, com dimensões triangulares de 0,25x0,50m.



# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

## 6. REVESTIMENTO ASFÁLTICO (CBUQ) 5,00 CM

Imprimação com asfalto diluído: 6,0m (largura) x 350,0m (comprimento) = **2.100,00 m²**.

Pintura de ligação: 6,0m (largura) x 350,0m (comprimento) = **2.100,00 m²**.

Concreto asfáltico: 6,0m (largura) x 350,0m (comprimento) x 0,05m (espessura) x 2,34 ton/m³ (densidade) = **245,70 ton**.

Transporte de CAP - 420,0km: 245,70ton (volume asfalto) x 420,0km (distância) x 0,06 (percentual de CAP) = **6.191,64TXKM**

Transporte em rodovia em revestimento primário: 245,70 ton (volume de material) x 14,2km (distância) = **3.488,94 TXKM**.

Transporte em rodovia pavimentada: 245,70 ton (volume de material) x 74,1 km(distância) = **18.206,37 TXKM**.

## 7. PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

### 7.1. Índice de Suporte do Subleito

O Índice de Suporte de Projeto (ISP) foi determinado através dos Estudos Geotécnicos levando em consideração as investigações geotécnicas e as características geomecânicas dos solos amostrados no município.

Em função dos Estudos Geotécnicos, entendeu-se convenientemente a fixação de ISC de projeto do subleito de 16,7%, a ser adotado no Projeto de Pavimentação, valido em todo o segmento e a favor da segurança.

**ISCp (CBR) 16,7%**

**ISCp (CBR) adotado para sub-base 20,0%**

### 7.2. Parâmetro de Tráfego - Número "N"

De acordo com o método da Prefeitura de São Paulo fora adotado o valor de número "N" de 1.000.000 solicitações para um Trafego médio (TM).

- Trafego médio (TM): Ruas e estradas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 50 a 400 por dia na faixa de trafego mais solicitada. Caracteriza-



# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

se por um número N de típico de 1.000.000 ( $10^6$ ) solicitações do eixo simples padrão para o período de projeto de 10 anos.

$N = 1,0 \times 10^6$  operações de eixo padrão de 8,2t.

Tal valor corresponde as aplicações de carga previstas para o período de 10 (dez) anos, contados a partir do ano de entrega do trecho ao tráfego, após a sua pavimentação concluída.

## 8. DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO

A concepção das diversas camadas que compõem a estrutura do pavimento foi fundamentalmente estabelecida em função das disponibilidades de material, do Número “N” e do microclima regional.

### 8.1. Revestimento

O método de dimensionamento adotado recomenda para o intervalo  $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ , onde se encontra o número “N” de projeto, revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura.

### 8.2. Base e Sub-base

Tendo em vista a disponibilidade de pedreiras na região, as camadas de Base e Sub-base serão constituídas de materiais britados estabilizados pela composição de misturas granulométricas enquadradas em faixas adequadas.

Para a camada de base adotou-se uma camada granular constituída de Brita Graduada (BG). Para a camada de sub-base, em razão do seu menor custo, adotou-se uma camada granular de Macadame Seco e/ou Rachão.

### 8.3. Coeficientes Estruturais

Conforme indicado no método de dimensionamento, os materiais selecionados e, disponíveis na região, para o projeto apresentam os coeficientes de equivalência estrutural apresentados abaixo no Quadro 1:

**Quadro 1 – Coeficientes de Equivalência Estrutural**

CAMADA	SÍMBOLO	COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL
--------	---------	--



# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

Revestimento: CBUQ	H <sub>R</sub>	2,0
Base: Brita Graduada – BG	K <sub>B</sub>	1,0
Sub-base: Macadame – MS	K <sub>SB</sub>	1,0

## 9. DIMENSIONAMENTO

O cálculo das espessuras das camadas do pavimento foi baseado nas formulações preconizadas pelo método Murillo (DNER – atual DNIT), com as espessuras também verificadas através de curvas de dimensionamento.

### 9.1. Definição das Espessuras do Pavimento

A Especificação de Serviço DAER-ES-08/91, determina que a espessura mínima de cada camada compactada de Base Granular seja de 12,0cm e a espessura máxima de 20,0cm. A Especificação de Serviço DAER-ES-07/91, determina que a espessura mínima de cada camada compactada de Macadame Seco e/ou Rachão seja de 16,0cm e a espessura máxima de 21,0cm.

De acordo com o que preconiza o método proposto pelo Eng<sup>o</sup>. Murillo Lopes de Souza para o cálculo das espessuras das camadas de base, sub-base e reforço do subleito, utilizando-se as inequações (1), (2) e (3), descritas a seguir:

$$R.k_R + B.K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R.k_R + B.K_B + h_{20}.k_{SB} \geq H_{20} \quad (2)$$

$$R.k_R + B.K_B + h_{20}.k_{SB} + h_{REF}.k_{REF} \geq H_{20} \quad (3)$$

Materiais escolhidos para as camadas do pavimento :

Revestimento : CBUQ k=2,00

Base: BGS k=1,00

Sub-base: Macadame Seco k=1,00

Espessura adotada do revestimento de 5,0 centímetros de acordo com o número N



# Município de Nova Ramada

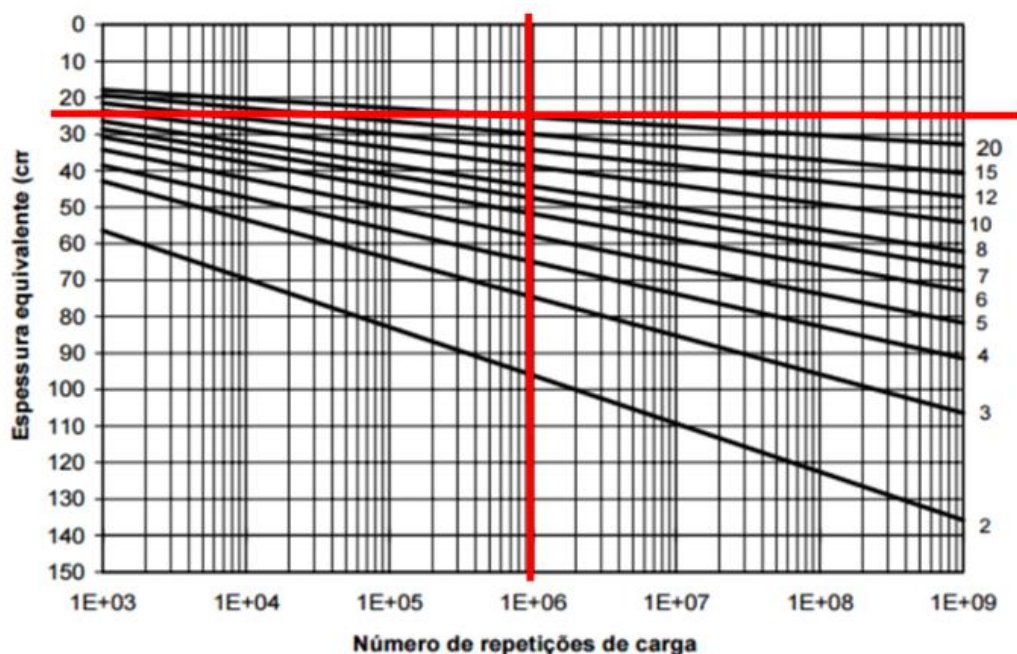
Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N < 10^6$	tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / BINDER	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	$\leq 1,00$
Reforço do Subleito	$\leq 1,00$
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00





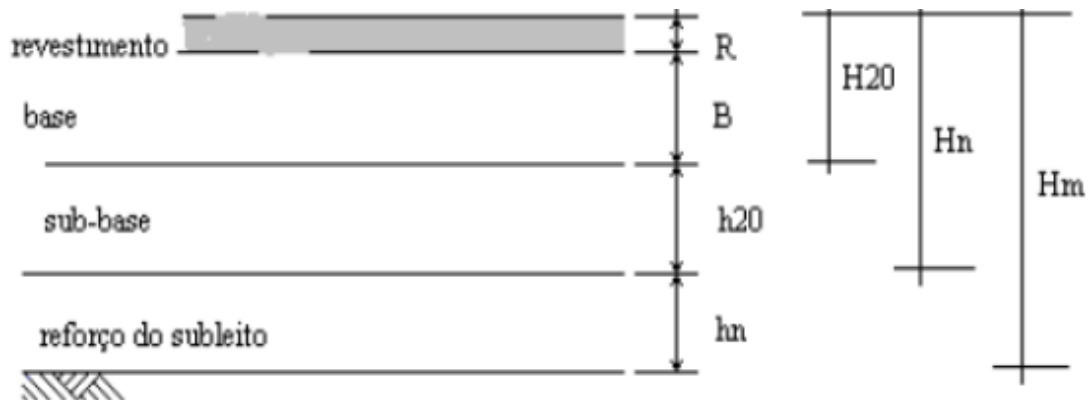
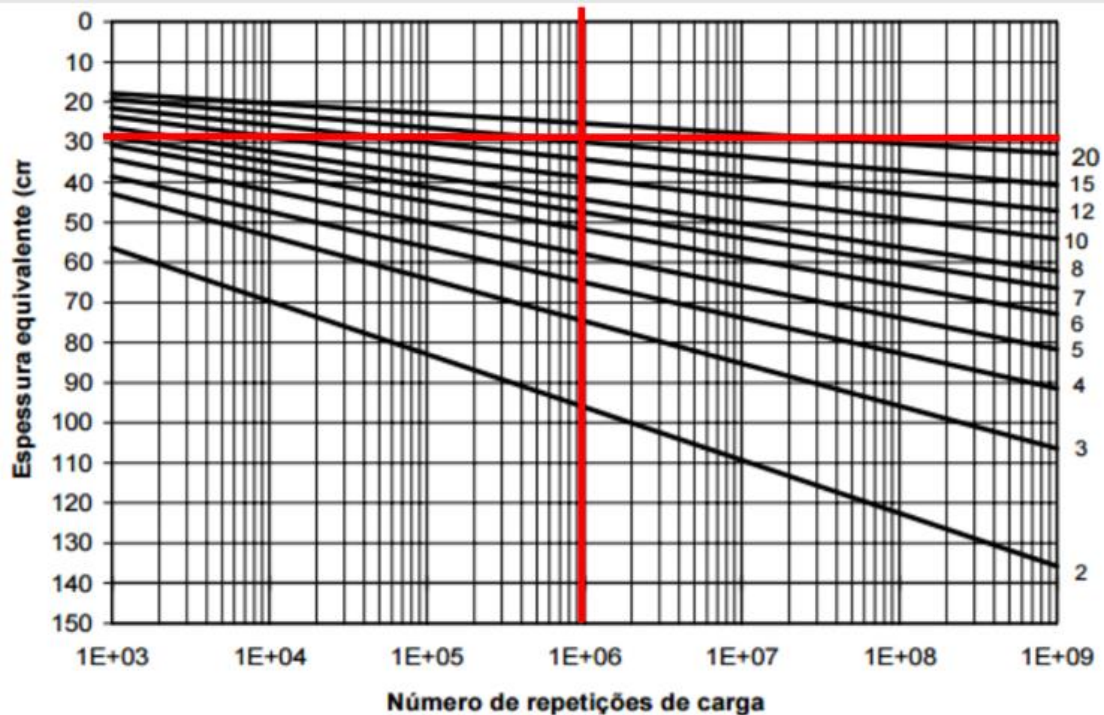


# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia



Logo

$$R_{kr} + B_{kb} > H_{20}$$

$$5 \cdot 2 + B \cdot 1 > 24$$

$$B = 14 \text{ cm}$$

Por segurança adotaremos 15 centímetros

$$R_{kr} + B_{kb} + h_{20ks} > H_n$$

$$5 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + h_{20} \cdot 1,00 > 30$$

$$h_{20} = 5$$

Por segurança adotaremos 17 centímetros

Avenida Gustavo Koning, nº 95 – Centro Administrativo – Cep: 98758-000

Fone: (55) 3338-1018, Fax: (55) 3338-1052



# Município de Nova Ramada

Estado do Rio Grande do Sul

CNPJ: 01.611.828/0001-49

Setor de Engenharia

Materiais escolhidos para as camadas do pavimento :

Revestimento : CBUQ 5,00cm

Base: BGS 15cm

Sub-base: Macadame 17 cm

Assim obtemos a estrutura do pavimento resultante do dimensionamento a qual encontra-se apresentada através do Quadro 2, abaixo:

**Quadro 2 – Estrutura do Pavimento**

CAMADA	ESPESSURAS (cm)	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Revestimento: CBUQ	5,0	2,0
Base: Brita Graduada – BG	15,0	1,0
Sub-base: Macadame – MS	17,0	1,0
<b>TOTAL (cm)</b>	<b>37,0</b>	<b>–</b>

Nova Ramada, 04 de outubro de 2023.

---

Responsável Técnica

Jaíne Bianca Figur

Engenheira Civil- CREA-RS 245.505