

**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**

**SECRETARIA DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL**

**PAVIMENTAÇÃO DA**

**VIA PROJETADA 27 (VP-27)**

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PAVIMENTO FLEXÍVEL

**BAIRRO COLONINHA**

**GASPAR - SC**

OUTUBRO/2020

# MEMORIAL DE CÁLCULO

**DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL**

**(Concreto Asfáltico Usinado a Quente – C.B.U.Q. e Camadas Estruturais)**

# INTRODUÇÃO

Visando a melhoria no sistema viário do município de Gaspar, o projeto de implantação da via projetada 27 (VP-27), localizada no bairro Gaspar Grande, apresenta obras de infra-estrutura de drenagem pluvial, pavimentação da via com CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) e urbanização com implantação pavimentação dospasseios.

# OBJETIVO

O Projeto tem por objetivo melhorar a mobilidade, acessibilidade e qualidade de vida da população do bairro e dos demais moradores que utilizam a via.

A obra de 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.

1. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

*- via projetada 27 (vp-27) – gaspar grande – gaspar – sc*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ITEM** | **NOME DA RUA** | **GABARITO DA VIA (M)** | | | **EXT. TOTAL DA VIA(M)** | **EXT. A PAVIMENTAR(M)** | **ÁREA PAV.**  **(M²)** |
| **P.ESQ.** | **CX.ROLAM.** | **P.DIR.** |
| 01 | VP-27 | 2,00 | 8,00 | 2,00 | 296,04 | 296,04 | 2.368,29 |
| **TOTAL:** | | | | | | | **2.368,29** |

O dimensionamento das diversas camadas constituintes do Pavimento foi feita mediante o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis adotado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (antigo 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 DNIT.

1. PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO
2. ***Índice de Suporte (ISC) CBR***

Éutilizado no dimensionamento o ISC *(Índice Suporte Califórnia)* sem preocupação de corrigi-lo em função do Índice de Grupo dos materiais representativos do sub-leito.

1. ***Fator Climático Regional***

O coeficiente FR = 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 (FR = 1).

***c) Coeficiente de Equivalência estrutural (K)***

São recomendados pelo járeferido manual do projeto do DNER e 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** |
| *Base ou revestimento de concreto betuminoso usinado à quente CBUQ.* | ***2.0*** |
| *Base ou revestimento pré-misturado à quente de graduação densa.* | ***1.7*** |
| *Base ou revestimento pré — misturado à frio de graduação densa.* | ***1.4*** |
| *Base ou revestimento betuminoso por penetração* | ***1,2*** |
| *Brita graduada* | ***1.1*** |
| *Material Granular* | ***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”** |
| *Tratamentos superficiais betuminosos.* | ***N ≤ 106*** |
| *Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.* | ***106< N ≤ 5 x 106*** |
| *Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura.* | ***5 x 106 ≤ N < 107*** |
| *Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.* | ***107< N ≤ 5 x 107*** |
| *Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.* | ***N > 5 x 107*** |

**Camadasda VP-27**

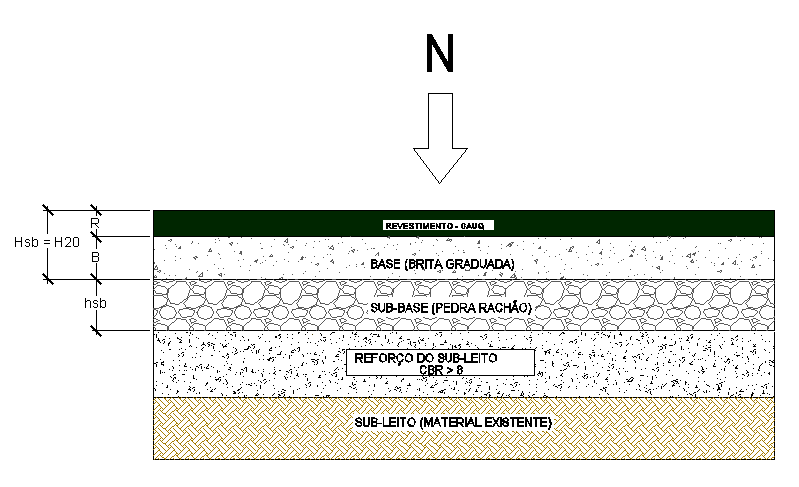


Figura 1 –Camadas do leito de rodagem

No dimensionamento do pavimento considerou-se:

1. a previsão de solicitações das cargas dos veículos ao longo da vida útil, definida pelo número N, para o trecho em estudo.
2. 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 coma metodologia e o exposto esta no quadro final.

***e) Estudo de tráfego***

Para a estimativa de tráfego de pavimentação, considerou-se os dados de verificados in situ no dia 29/04/2019 das 15:30 às 16:30 e dados do DITRAN.

Para a taxade crescimento foi utilizado o Relatório de Frota de veículo para o Município de Gaspar disponível no site<http://consultas.detrannet.sc.gov.br/Estatistica/Veiculos/winVeiculos.asp?lst_municipio=8117&nome_munic=GASPAR&lst_ano=0&lst_mes=3>, considerando a média de crescimento da frota de veículos do município nos últimos cinco anos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| PERIODO | TOTAL VEICULOS | ACRESC. VEICULOS | % |
| mar/14 | 39021 |  |  |
| mar/15 | 40651 | 1630 | 4,18% |
| mar/16 | 41750 | 1099 | 2,70% |
| mar/17 | 42947 | 1197 | 2,87% |
| mar/18 | 44528 | 1581 | 3,68% |
| mar/19 | 46298 | 1770 | 3,98% |
| TAXA CRESCIMENTO (tg) 5 ANOS= | | | **3,48%** |

**Previsão de solicitações por veículos:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Solicitações** | **Veículo** | | | | | |
| **Auto** | **VAN** | **Ônibus** | **Cam Leve** | **Cam Médio** | **Cam Pesado** |
| **VL** | **2C** | **2CB** | **2CC** | **2C** | **3C** |
| **Hora** | 136 | 12 | 1 | 11 | 5 | 1 |
| **Diário** | 1.808 | 159 | 13 | 146 | 66 | 13 |

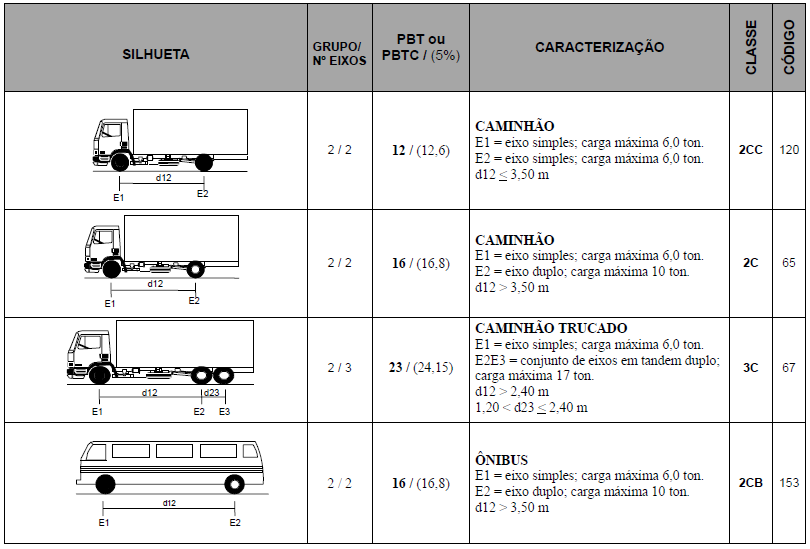
****

Figura 2 – Silhueta de veículos

***Cálculo do fator veículo (Fv)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fatores de Carga USACE para Veículos com eixos na carga legal** | | | | | | | |
| **EIXO** | CONFIG. | **Carga (tf)** | **VAN** | **Ônibus** | **Cam Leve** | **Cam Médio** | **Cam Pesado** |
| **2C** | **2CB** | **2CC** | **2C** | **3C** |
| **Dianteiro** | **SRS** | **6** | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 |
| **Traseiro Simples** | **SRD** | **6** |  |  | 0,278 |  |  |
| **Traseiro Duplo** | **TD** | **10** | 3,289 | 3,289 |  | 3,289 |  |
| **Traseiro Duplo** | **TT** | **17** |  |  |  |  | 8,549 |
| **FV (SOMA)** | | | 3,567 | 3,567 | 0,556 | 3,567 | 8,827 |
| **%** | | | 39,65% | 3,49% | 36,66% | 16,71% | 3,49% |
| **FV\*%** | | | 1,41 | 0,12 | 0,20 | 0,60 | 0,31 |
| **FV** | | | 2,65 | | | | |

***Cálculo do número N***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO N - METODO USACE** | | | | | | | | |
| **ANO** | **VAN** | **Ônibus** | **Cam Leve** | **Cam Médio** | **Cam Pesado** | **VMD** | **N (ANUAL)** | **N (ACUMULADO)** |
| **2C** | **2CB** | **2CC** | **2C** | **3C** |
| 2019 | 159 | 13 | 146 | 66 | 13 | 399 | 1,93E+05 | 1,93E+05 |
| 2020 | 165 | 14 | 151 | 69 | 14 | 413 | 1,99E+05 | 3,92E+05 |
| 2021 | 171 | 14 | 157 | 71 | 14 | 427 | 2,06E+05 | 5,98E+05 |
| 2022 | 177 | 15 | 162 | 74 | 15 | 442 | 2,13E+05 | 8,12E+05 |
| 2023 | 183 | 15 | 168 | 76 | 15 | 457 | 2,21E+05 | 1,03E+06 |
| 2024 | 189 | 16 | 173 | 79 | 16 | 473 | 2,29E+05 | 1,26E+06 |
| 2025 | 196 | 16 | 180 | 82 | 16 | 490 | 2,36E+05 | 1,50E+06 |
| 2026 | 203 | 17 | 186 | 84 | 17 | 507 | 2,45E+05 | 1,74E+06 |
| 2027 | 210 | 17 | 192 | 87 | 17 | 524 | 2,53E+05 | 2,00E+06 |
| 2028 | 217 | 18 | 199 | 90 | 18 | 542 | 2,62E+05 | 2,26E+06 |
| 2029 | 225 | 19 | 206 | 94 | 19 | 561 | 2,71E+05 | **2,53E+06** |

N **=** 2,53x106

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

## DIMENSIONAMENTO DA ALTURA

Para cada uma das camadas que irão compor o pavimento existe uma especificação que define os requisitos mínimos de qualidade dos materiais a serem utilizados na execução de cada uma. Em resumo podem-se listar os seguintes requisitos:

* Para camada do subleito:
  + CBR ≥ 13,66%
  + Expansão ≤ 2 %
* Para camada de reforço do subleito:
  + Não há necessidade de reforço do sub-leito, devido ao alto valor de CBR do sub-leito.
* Para camada de sub- base:
  + Utilizar material com CBR mínimo de 20%;
  + Utilizar com IG = 0.
  + Expansão ≤ 1 %
* Para camada de base:
  + Utilizar material que tenha IG = 0;
  + IS ou CBR ≥ 80 (para N ≥ 5 × 106);
  + IS ou CBR ≥ 60 (para N < 5 × 106);
  + Expansão menor que 0,5%;
  + Limite de liquidez menor do que 25%;
  + Índice de plasticidade menor do que 6;
  + Distribuição granulométrica enquadrada pelas faixas da norma DNER-ES-303/96;
  + Se LL>25, o Equivalente de Areia deverá ser maior que 30.

O pavimento, além dos parâmetros que caracterizam o tipo de solo, também é dimensionado em função do número equivalente (N) de operações de um eixo tomado como padrão durante o período de projeto escolhido, que no caso deste trabalho o valorNprojeto=2,53x106

.

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza, vale-se de gráfico com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função de N8,2t (USACE). Tal espessura total se refere à espessura em termos de K = 1,00, ou seja, de camada granular para a proteção do terreno de fundação (subleito). Para outros constituintes, basta multiplicá-los pelos respectivos valores de K.

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

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

Neste dimensionamento será utilizado o CBR mínimo igual a 20 para a camada de sub-base, por esta razão, usam-se sempre os símbolos, H20 e h20 para designar as espessuras de pavimento da base sobre a espessura de sub-base, respectivamente.

Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras de base e de revestimento. Um esquema é apresentado abaixo para melhor compreensão da simbologia.



Figura 3 – Simbologia das camadas

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

Então se tem:



Figura 4 - Ábaço para dimensionamento

**• Os coeficientes de Equivalência Estrutural:**

C.A.U.Q.: Kr =2,0

Brita Graduada: KB=1,1

Sub-base: KSB=1,0

Sub-leito: Kref=0,7

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:

Rx KR +B x KB ≥ H20

5x 2,0 + B x 1,1≥26

B= 14,55 cm ∴**B ADOTADO = 15 cm**

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

Cabe ressaltar que a espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.

Equação 2:

R x KR + B x KB + h20 x KSB ≥Hn

5,0 x 2,0 + 20x 1,1 + hSB x 1,0 ≥37

hSB = 5 cm ∴**hSB ADOTADO = 15 cm**

OBS.: “A espessura construtiva mínima para camadas é de 15cm”

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

Gaspar,05 de outubro de 2020.

**Flavio Roberto S. S.**

Engenheiro Civil – Crea-SC 165.057-0