



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

LAUDOS E CALCULO DE DIMENSIONAMENTO

JANEIRO DE 2024



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

1. LAUDOS

PARA AS IMPLANTAÇÕES DE PAVIMENTO DA RUA

- DUQUE DE CAXIAS

Os laudos são resultados dos estudos geotécnicos realizados para reconhecimento de solos ao longo do subleito e do material existente.

Do processo de reconhecimento dos solos utilizou-se:

- Perfis dos solos;
- Caracterização das camadas.

As sondagens foram executadas com processo de utilização de equipamentos classificados como manuais (pá e trado).

As localizações dos furos estão obedecendo às normas da Sondagem a Trado (ST) com coleta de amostra, apresentados na ABNT NBR 9603/86.

A profundidade mínima indicada de 1,00 m.

1.1 Laudo do Índice de Suporte do Sub-leito.



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

2.1 Dimensionamento do Pavimento.

2.1.1 Estudo do Volume de tráfego e Determinação do número N

Todas as expressões de cálculo e metodologia foram adotadas pelo antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem DNER, hoje DNIT.

Este estudo fornece o Volume Médio Diário Anual (**VMDA**) de veículos da via. Avaliando o tráfego médio diário expandiu-se para 365 dias (anual) e estabelecido este volume para o horizonte do projeto (ano de **2035**).

Por se tratar de uma via com horizonte de projeto de **15 anos**, usou-se a projeção geométrica, uma vez que a projeção linear é recomendada para vias com horizonte de projeto de até 5 anos.

A fórmula e o cálculo da determinação do tráfego no horizonte do projeto é:

$$Vp = V(1 + t)^p$$

Onde: Vp = Volume de tráfego de um determinado ano p;

t = Taxa de crescimento anual (média calculada conforme projeção indicada no Plano Diretor do Município, em número decimal para ser utilizado na fórmula);

V = Volume de tráfego no ano base (VMDA calculado para o ano de abertura);

p = Diferença entre o horizonte de projeto (2035) e o ano atual (2020).

Aplicando-se os dados obtidos, temos:



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

$$Vp = 54750(1 + 0,05)^{15}$$

$$Vp = 54750(2,0789)$$

$$Vp = 113819,75$$

Este valor de Vp será utilizado como Tráfego médio diário anual (TMDA) na fórmula de parâmetro de tráfego (determinação do número N).

O volume de tráfego no horizonte do projeto será de 113819,75 veículos, na tabela de classificação do Plano Diretor do Município esta via, portanto, classifica-se como VIA ARTERIAL, caracterizada por interseções em nível e não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Fator de Veículo - FV

É calculado a partir da pesagem de eixo simples por categoria de veículo. O fator de eixo (FE) é o correspondente ao número de eixos do caminhão. A equivalência em relação ao eixo padrão de 8,2 tf, determina o fator de carga (FC). Multiplicando-se o fator de eixo pelo fator de carga, obtém-se o fator do veículo, sendo:

$$FV = FE \times FC$$

O resultado da equação é convertido em valores equivalentes pela utilização de fatores de equivalência apresentados no gráfico e tabela para determinação dos Fatores de Equivalência de cargas por meio do método utilizado pelo Corpo de Engenheiros dos Estados



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

Unidos (*United States Army Corps of Engineers - USACE*) e *American Association Standard Highway and Transportation Officials - AASHTO*.

| Peso por eixo (t) | Fator de Equivalência de Carga (FEC/USACE) |
|-------------------|---|
| 3,0 | 0,020 |
| 5,0 | 0,100 |
| 7,0 | 0,500 |
| 8,2 | 1,000 |
| 9,0 | 2,000 |
| 11,0 | 6,000 |
| 13,0 | 15,000 |

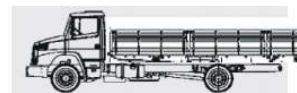
Tabela de conversão de equivalência de cargas.

Para cálculo do FV foram considerados somente os veículos comerciais faixa 2C, devido ao tráfego deste tipo de veículo ser o mais comum no trecho urbano que corresponde a localização da via.

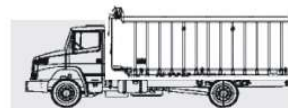
CAMINHÃO LEVE 2C (16)



CAMINHÃO MÉDIO 2C (20)



CAMINHÃO MÉDIO 2C (22)



Parâmetro de tráfego - NÚMERO N

O parâmetro de tráfego é um dado necessário ao dimensionamento de pavimentos, uma vez que o mesmo é função do índice de suporte do subleito e do tráfego do trânsito sobre o mesmo.



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 / 1212 / 1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

O número N é o número de repetições dos eixos dos veículos, equivalentes às solicitações do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf durante o período considerado de vida útil do pavimento.

Fórmula para Cálculo:

$$N_m = 365 \times TMDA \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

365 = Número de dias de um ano;

TMDA = Tráfego Médio Diário Anual da rodovia;

FV = Fator de veículos;

FR = Fator Climático Regional (adotado = 1,0);

FD = Fator Direcional (considerado como sendo 50% no caso de rodovia de pista simples, no caso de sentido de mão única adotado como 100%).

A expressão acima é decorrente do "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis" do DNER, elaborado em 1966 pelo Engenheiro Murilo Lopes de Souza.

Na metodologia indicada pelo DNER, consideram-se apenas os caminhões e ônibus (veículos comerciais), como sendo os únicos veículos existentes na corrente de tráfego. Justifica-se pelo fato de que os automóveis apresentam um efeito muito pequeno em função de seu peso muito baixo.

Assim sendo, a fórmula pode ser escrita:

$$N_n = 365 \times (TMDA_{\text{ônibus}} \times Fv_{\text{ônibus}} + TMDA_{\text{caminhões}} \times FV_{\text{caminhões}}) \times FR \times FD$$



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR

www.paulofrontin.pr.gov.br

FATOR PLUVIOMÉTRICO

Desenvolveram-se estudos hidrológicos a partir dos dados da estação mais próxima ao local do projeto, visando a análise para a elaboração do projeto e a execução das obras.

Características da estação:

- Período 1938 a 2007;
- Código: DNAEE 02651000;
- Estação PAULO FRONTIN;
- Bacia Iguaçu;
- Sub-bacia: Médio Iguaçu;
- Latitude: 26° 14' S;
- Longitude: 51° 04' W;
- Altitude: 746 m;
- Tipo: FR;
- Entidade: ANEEL;
- Data da instalação: 01/02/1938;

De acordo com a estação pluviométrica de PAULO FRONTIN, mantida pela SUDERSHA, abrangendo um período de 25 anos, as principais características pluviométricas da região são:

- Precipitação media anual = 135,7 mm;
- **Precipitação total média anual = 1628,5 mm**
- Número de dias de chuva médio anual = 140



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR

www.paulofrontin.pr.gov.br

O fator pluviométrico adotado (1,0), é em razão da tabela de índice pluviométrico da seguinte tabela:

| Índice Pluviométrico Anual (mm) | Fator Climático Regional (FR) |
|---------------------------------|-------------------------------|
| até 800 | 0,7 |
| de 800 a 1.500 | 1,4 |
| mais que 1.500 | 1,8 |

MEMORIAL DE CÁLCULO PARA PARÂMETRO DE TRÁFEGO

Determinação do número N:

$$N = 365 \times \text{TMDA} \times \text{FV} \times \text{FR} \times \text{FD}$$

$$N = 365 \times 150 \times 1,50 \times 1,0 \times 50\%$$

$$N = 4,106250 \times 10^5$$

2.2 Espessuras das camadas.

A espessura mínima a adotar para uma camada estabilizada granulometricamente ou para qualquer camada do pavimento executada com solo ou mistura de solo agregado, deverá atender a especificação de serviço correspondente.

No caso de sub-bases e bases estabilizadas granulometricamente, além da obediência às especificações contidas nas normas correspondentes, os materiais ou misturas de materiais deverão satisfazer às seguintes exigências de CBR mínimo e de expansão máxima medida com sobrecarga de 4,5 Kg:

| | |
|------------|--|
| Bases: | CBR \geq 80% Expansão \leq 0,5% |
| Sub-bases: | CBR \geq 30% Expansão \leq 1,0% |



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

O coeficiente de equivalência estrutural de um material é um valor empírico definido com a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada de material considerado, que apresente desempenho semelhante, ou seja, considera-se que uma camada de 10 centímetros de um material com coeficiente de equivalência estrutural igual a 1,5 apresenta comportamento igual ao de uma camada de 15 cm de base granular.

Memória de Cálculo para dimensionamento das camadas

Espessura da sub-base (Macadame hidráulico): 15 cm

ADOTADO O REVESTIMENTO MÍNIMO CONFORME MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO DNIT EDIÇÃO 2006.

Espessura da base (Brita Graduada): 12 cm

ADOTADO O REVESTIMENTO MÍNIMO CONFORME MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO DNIT EDIÇÃO 2006.



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DA PAVIMENTAÇÃO EM RELAÇÃO AO RESULTADO DO ENSAIO DE CBR.

RUA DUQUE DE CAXIAS

Resultado do CBR: 12,685%, 12,775%, 12,849%, 12,634% E 13,119%

média 12,266 %

Espessura revestimento = 5,00 cm

$$H_m = 77,67 (4 \times 10^5)^{0,0486} \cdot (12,266)^{-0,598}$$

$$H_m = 145,3829312 \times 0,223334403$$

$$H_m = 32,47 \text{ cm}$$

$$R.KR + B.KB \geq H_{20}$$

$$(4.2) + (B.1) \geq H_{20}$$

$$8 + B \geq H_{20}$$

$$B \geq 20 - 8$$

$$B = 12 \text{ adotado } 20 \text{ cm}$$

$$R.KR + B.KR + H_{20}.K_{20} + h_n.k_n \geq H_m$$

$$(4.2) + (15.1) + H_{20} + (0) \geq 32,73$$

$$23 + H_{20} \geq 32,73$$

$$H_{20} = 9,73 \text{ adotado } 15 \text{ cm}$$

Jamar R. Clivatti

Engenheiro Civil

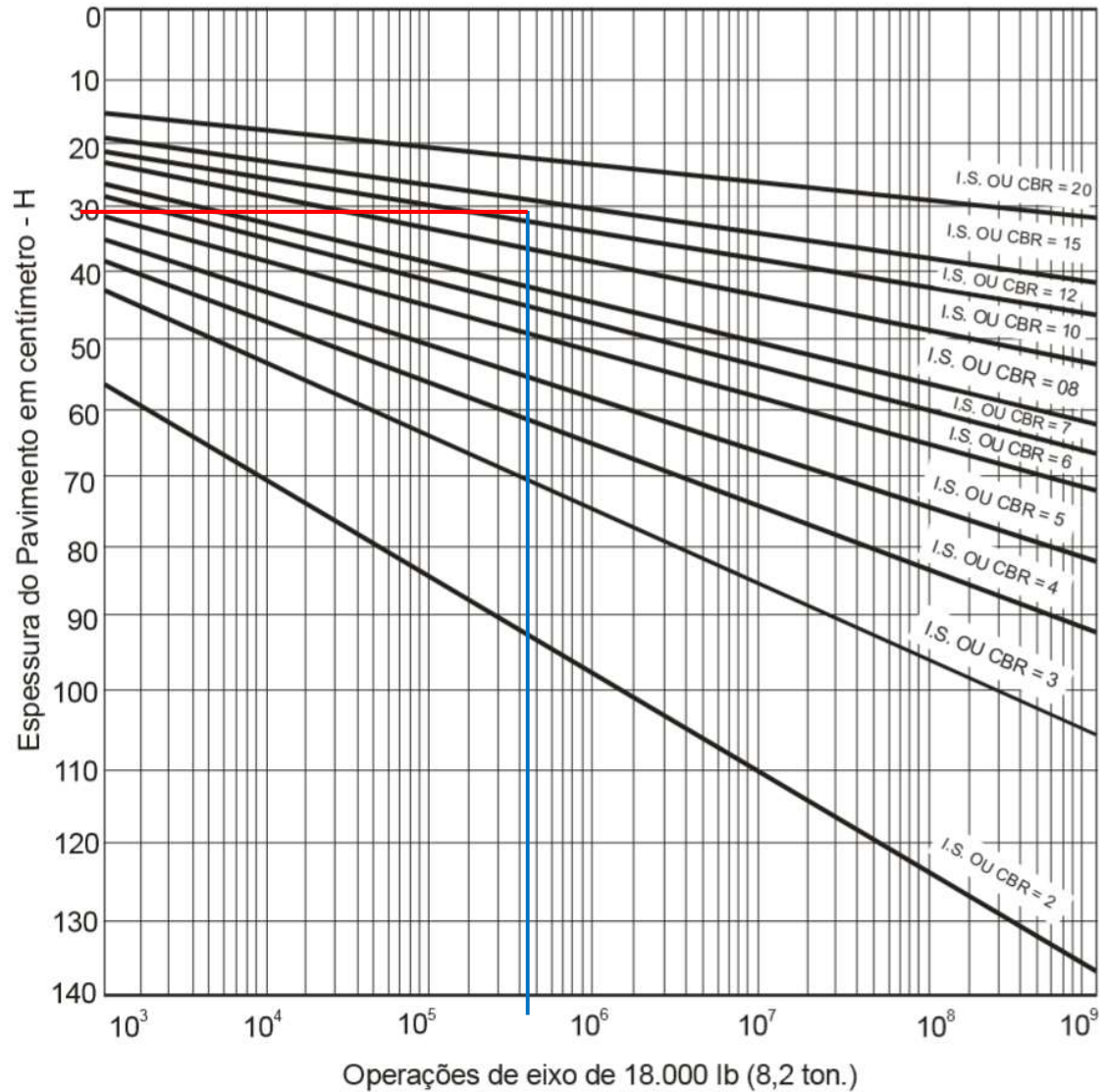
CREA PR 22 972 D

JANEIRO DE 2024



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br



NÚMERO N (LINHA AZUL): $4,106250 \times 10^5$

ESPESSURA ADOTADA: 40 cm

Jamar R. Clivatti
Engenheiro Civil
CREA PR 22 972 D

JANEIRO DE 2024



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

| N | Espessura mínima do revestimento betuminoso |
|-------------------------------|--|
| $N \leq 10^6$ | Tratamento superficial betuminoso (aplicável 4,00cm) |
| $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimento betuminoso com 5,0cm de espessura |
| $5 \times 10^6 < N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura |
| $10^6 < N \leq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura |

Estrutura final adotada do pavimento:

| CAMADA | MATERIAL | ESPESSURA (cm) |
|----------|--|----------------|
| Capa | Concreto Betuminoso Usinado à Quente CBUQ | 5,00 |
| Base | Brita Graduada | 15,00 |
| Sub-base | Macadame hidráulico | 50,00 |
| Total | | 70,00 |

2.3 Projeto de Terraplenagem.

O perfil da terraplenagem contendo volume de cortes e aterros segue anexo.



MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

Rua Rui Barbosa, 204 | Fone: (42) 3543-1210 /1212 /1346
CNPJ – 77.007.474/0001-90 | CEP: 84.635-000 | Paulo Frontin | PR
www.paulofrontin.pr.gov.br

2.4 Projeto Geométrico e detalhes

O projeto geométrico apresentado foi elaborado observando prioritariamente o PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN, que destaca o uso e ocupação do solo, observou-se a obediência, sempre que possível, às determinações do mesmo.