



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

- DAS ACÁCIAS

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

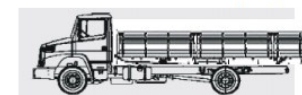
Tabela de conversão de equivalência de cargas.

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.

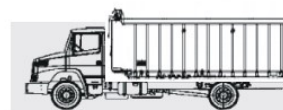
CAMINHÃO LEVE 2C (16)



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 DAS ACACIAS

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

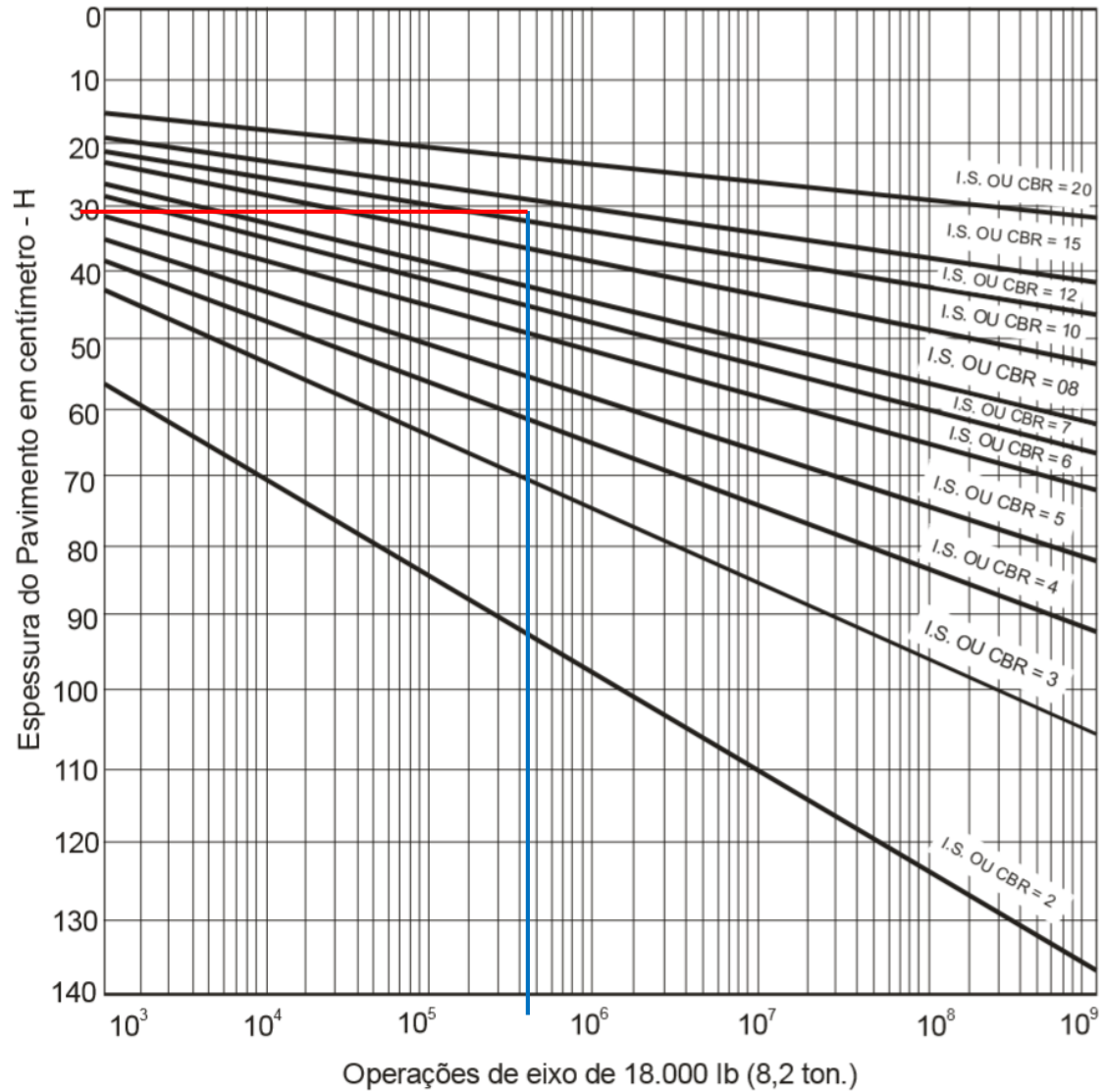
CREA PR 22 972 D

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 X 10⁵

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	20,00
Total		40,00

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.