

## **7.0 - ESTUDO DE TRÁFEGO**

## 7.1 - VMD Volume Médio Diário

Os projetos de pavimentos são dimensionados para um período de tempo “P” em anos, considerando o tráfego inicial e previsão do tráfego final. O tráfego vai aumentando com o passar do tempo e para isto é previsto um crescimento de tráfego, que pode ser em progressão aritmética ou geométrica. Para o projeto em questão foi adotado um período de projeto de 10 anos e uma taxa de crescimento linear de 5%.

Em visita ao local de implantação e observação do trânsito se constatou que aproximadamente entre 6% a 10% dos veículos (não considerando veículo leves) que trafegam na BR-116/SC utilizaram o acesso. A contagem de veículos que irão trafegar no segmento projetado foi determinada através de planilha de tráfego realizada próximo ao km 237,0 da rodovia federal BR-116/SC. A referida planilha está apresentada na tabela 7.1.

No estudo de tráfego em questão, consideramos o ano 02 para o cálculo do nosso  $V_0$  (volume médio diário de tráfego para ano de projeto) e o ano 12 para o cálculo do nosso  $V_p$  (Volume para o 10º ano de abertura do tráfego).

Tabela 7.1 - Tabela de Projeção de Tráfego (parte 1/3)

Veículo	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Passeio 2 eixos	3.635	3.812	4.038	4.245	4.450	4.666	4.891	5.128	5.360
Comercial 2 eixos	479	502	532	559	586	614	644	675	706
Passeio 3 eixos	9	9	10	11	11	12	12	13	13
Comercial 3 eixos	1.320	1.384	1.466	1.542	1.616	1.694	1.776	1.862	1.947
Passeio 4 eixos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comercial 4 eixos	101	106	112	118	123	129	136	142	149
Comercial 5 eixos	849	890	943	991	1.039	1.090	1.142	1.198	1.252
Comercial 6 eixos	710	745	789	829	869	911	955	1.002	1.047

Tabela 7.1 - Tabela de Projeção de Tráfego (parte 2/3)

Veículo	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18
Passeio 2 eixos	5.603	5.857	6.123	6.401	6.671	6.954	7.248	7.555	7.874
Comercial 2 eixos	738	771	806	843	878	915	954	995	1.037
Passeio 3 eixos	14	15	15	16	17	17	18	19	20
Comercial 3 eixos	2.035	2.127	2.224	2.324	2.423	2.525	2.632	2.743	2.860
Comercial 4 eixos	155	162	170	177	185	193	201	209	218
Comercial 5 eixos	1.309	1.368	1.430	1.495	1.558	1.624	1.693	1.764	1.839

Comercial 6 eixos	1.095	1.144	1.196	1.250	1.303	1.358	1.416	1.476	1.538
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabela 7.1 - Tabela de Projeção de Tráfego (parte 3/3)

Veículo	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Passeio 2 eixos	8.160	8.456	8.763	9.080	9.410	9.751	10.105
Comercial 2 eixos	1.074	1.113	1.154	1.195	1.239	1.284	1.330
Passeio 3 eixos	20	21	22	22	23	24	25
Comercial 3 eixos	2.963	3.071	3.182	3.298	3.417	3.541	3.670
Comercial 4 eixos	226	234	243	252	261	270	280
Comercial 5 eixos	1.906	1.975	2.047	2.121	2.198	2.277	2.360
Comercial 6 eixos	1.594	1.652	1.712	1.774	1.838	1.905	1.974

Os valores de tráfego informados na tabela 7.1 correspondem à movimentação total da Rodovia no km 237,0/SC.

Para o estudo em questão foram utilizados apenas os veículos comerciais e apenas um sentido de fluxo dos veículos.

Na estimativa para dimensionamento foi utilizada uma porcentagem de 30% do valor do tráfego em um sentido porque no local das intervenções não haverá o mesmo tráfego do que na via principal da rodovia.

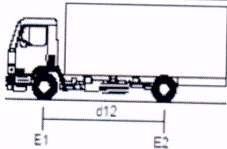
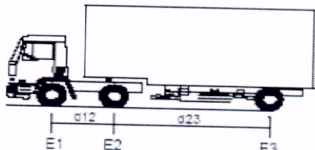
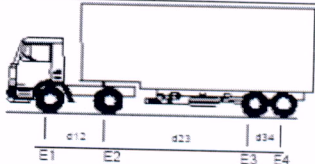
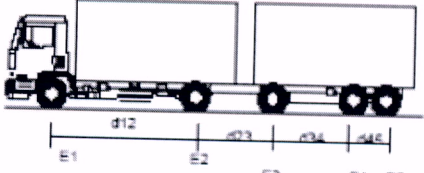
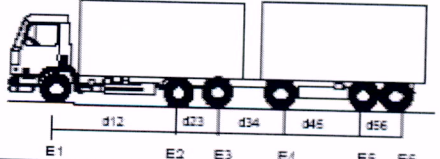
Desta maneira, o tráfego foi estimado como segue na planilha 7.2.

Tabela 7.2 - Veículos adotados para fins de projeto.

Veículo	VMD ano 0 de projeto (ano 2 da projeção)			VMD ano 10 de projeto (ano 12 da projeção)		
	Projeção Autopista	Projeção para um sentido	Estimativa para Cálculo	Projeção Autopista	Projeção para um sentido	Estimativa para Cálculo
Comercial 2 eixos	502	251	<b>76</b>	806	403	<b>121</b>
Comercial 3 eixos	1384	692	<b>208</b>	2224	1112	<b>334</b>
Comercial 4 eixos	106	53	<b>16</b>	170	85	<b>26</b>
Comercial 5 eixos	890	445	<b>134</b>	1430	715	<b>215</b>
Comercial 6 eixos	745	373	<b>112</b>	1196	598	<b>180</b>

Para fins de classificação e cálculo do fator de carga, foi realizada a seguinte separação dos veículos, como mostra a Tabela 7.3.

Tabela 7.3 - Veículos adotados para fins de projeto.

Veículo	Caracterização	Classe	Peso	Nº eixos	Figura
Comercial 2 eixos	Caminhão	2C	16,00tf	2	
Comercial 3 eixos	Caminhão trator + semi-reboque	2S1	26,00tf	3	
Comercial 4 eixos	Caminhão trator + semi-reboque	2S2	33,00tf	4	
Comercial 5 eixos	Caminhão + reboque	2C3	43,00tf	5	
Comercial 6 eixos	Caminhão trucado + reboque	3C3	45,00tf	6	

### 7.1.1 - Determinação de “V<sub>m</sub>”

Chamando de V<sub>1</sub> o tráfego, no primeiro ano do período de projeto (primeiro ano de operação do pavimento) e V<sub>p</sub> o tráfego no último ano desse período, tem-se:

$$V_m = (V_1 + V_p) / 2$$

Chamando de V<sub>o</sub> o tráfego atual, tem-se:

$$V_o = VMD$$

O tráfego no primeiro ano do período de projeto, admitindo um ano de obras, será:

$$V_1 = V_o [ 1 + ( t/100 ) ]$$

t = taxa de crescimento linear do tráfego, adotada como sendo 5% ao ano.

O tráfego, no último ano do período de projeto “P”, será:

$$V_p = V_1 [ 1 + ( t \times P / 100 ) ]$$

No caso do projeto, adotamos  $V_p$  como sendo o VMD do ano 12 da projeção de tráfego, considerado o 10º ano de projeto.

## 7.2 - Fatores de Cargas

A conversão do tráfego misto em um número equivalente de operações de um eixo considerado padrão é efetuada aplicando-se os chamados Fatores de Equivalência de Cargas (FEC). Estes fatores permitem converter uma aplicação de um eixo solicitado por uma determinada carga em um número de aplicações do eixo-padrão que deverá produzir um efeito equivalente.

As cargas dos veículos causam deflexões nas camadas do pavimento e alteram o estado de tensões e deformações. Cada carga provoca um efeito destrutivo e reduz a vida remanescente do pavimento. Diferentes configurações de eixos e cargas produzem deflexões diferenciadas, que reduzem a vida remanescente do pavimento de diversas maneiras. Os fatores de equivalência de carga por eixo são utilizados para fazer conversões das várias possibilidades de carga por eixo em números de eixo-padrão.

Os conceitos adotados nos diversos métodos para a definição da equivalência de cargas são os mais variados, e não dependem exclusivamente do eixo-padrão considerado.

Assim, por exemplo, o Método de Projeto do DNIT adota um eixo-padrão de 8,2t, sendo os fatores de equivalência de carga aqueles desenvolvidos pelo Corpo de Engenheiros do Exército Norte-americano (USACE). As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de carga são apresentadas na Tabela 7.4.

Tabela 7.4 - Fatores de equivalência de carga do USACE.

Tipo de eixo	Faixa de cargas (tf)	Equações (P em tf)
Eixo Simples	0 - 8	$FEC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$\geq 8$	$FEC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FEC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	$\geq 11$	$FEC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
Tandem triplo	0 - 18	$FEC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	$\geq 18$	$FEC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Obs: FEC = Fator de Equivalência para a carga "P" em relação ao eixo padrão de 8,2 tf.

### **7.2.1 - Fator de Eixo**

Coeficiente que, multiplicado pelo volume total de tráfego comercial que solicita o pavimento durante o período de projeto, fornece a estimativa do número de eixos que solicitam o pavimento no mesmo período. É um fator que transforma o tráfego em número de veículos padrão no sentido dominante em número de passagens de eixos equivalentes.

Para tanto, calcula-se o número de conjunto de eixos dos tipos de veículos que passarão pela via. É dado pela fórmula abaixo:

$$FE = \sum (n_j \times VMD) / \sum (VMD)$$

Onde:  $n_j$  = número de conjunto de eixos

VMD = volume médio diário anual

### **7.2.3 - Fator de Carga**

É o coeficiente que, multiplicado pelo número de eixos que circulam, dá o número equivalente de eixos padrões (sob o ponto de vista destrutivo do pavimento), dado pela fórmula abaixo:

$$FC = \sum (n_j \times FEC) / \sum (n_j)$$

Onde:  $n_j$  = número de conjunto de eixos

### **7.2.4 - Fator de Veículo**

É o coeficiente que, multiplicado pelo volume total de tráfego comercial que solicita o pavimento durante o período de projeto, fornece o número equivalente de operações do eixo simples padrão no mesmo período, dado pela fórmula abaixo:

$$FV = FE \times FC$$

### **7.2.5 - Fator Climático Regional**

Coeficiente utilizado para considerar as variações de umidade às quais os materiais constituintes do pavimento estão sujeitos durante as estações do ano, e que influem diretamente na capacidade de suporte dos mesmos. É sugerido para o Brasil o valor  $FR=1,0$ .

### 7.3 - Número N

O número “N” é um parâmetro para o dimensionamento do pavimento flexível, e é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 t (18.000 lb ou 80 kN), durante o período de vida útil definido em projeto.

Para determinar o número N é necessário se conhecer o tráfego dos veículos, volume médio diário de tráfego, período de vida útil, fatores de veículo e climáticos. Sendo assim o número de operações do eixo-padrão (N) é calculado pela seguinte fórmula:

$$N = 365 \times V_m \times P \times FV \times FR$$

Onde:

- 365 = número de dias de um ano;
- $V_m$  = volume médio diário de tráfego, no ano médio do período de projeto;
- P = período de projeto, adotado como sendo de 10 anos;
- FV = fator de veículo;
- FR = fator climático regional.

Na determinação do Número “N” foram considerados apenas os 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.

O número N calculado é  $N = 3,0 \times 10^7$ , prevendo-se no futuro médio, um fluxo de veículos, os cálculos do estudo de tráfego estão apresentados na seqüência.