

CÁLCULO DO NÚMERO “N” - USACE

SEGUNDO DUAS METODOLOGIAS PARA O CÁLCULO
DO FATOR DE VEÍCULO = F.V.

PROFESSOR – WILSON PAULO BETTEGA

CÁLCULO DO NÚMERO “N”

- **$N = 365 \times VDM \times P \times F.V. \times F.R.$**
- **Onde:**
- **VDM** = VOLUME DIÁRIO MÉDIO (Nº DE VEÍCULOS) – ESTIMADO ESTATISTICAMENTE
- **P** = PERÍODO DO PROJETO (VIDA ÚTIL EM ANOS PROJETADO PARA A RODOVIA) – 10 A 20 ANOS)
- **F.V.** – FATOR DE VEÍCULOS
- **F.R.** – FATOR REGIONAL OU CLIMÁTICO

PRIMEIRA MÉTODO PARA CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO = F.V.

- Calcular o **Número “N”** para uma rodovia com duas faixas de rolamento de sentido de trânsito opostos, sendo que o valor estimado estatisticamente de veículos para um **projeto de vida útil de 20 anos** na faixa de maior fluxo, numa região de **índice pluviométrico média anual de 1400 mm** e o número de veículos por tipologia é apresentado na tabela abaixo:

Tabela Estatística com VDM já projetada para 20 anos de Vida Útil

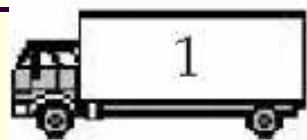
TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTIDO > Nº DE VEÍCULOS. (QUANT)	PERCENT	FATOR DE VEÍCULO (F.V.)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
1	2	3	4	5	6	7	$8(\Sigma 2-5)X(7)/100$
1ESRS+1ESRD					225		
1ESRS+1ETD					99		
1 ESRS+1ESRD+1ETT					44		
1ESRS+1ETD+1ETT					33		
1ESRS+3ETD					6		
1ESRS+1ESRD+1ETD					55		
1ESRS+3ESRD					22		
TOTAL					484		

VALORES RETIRADOS DO GRÁFICO

CARGAS POR TIPO DE EIXO

- **ESRS** - Eixo Simples Roda Simples - 6t
- **ESRD** - Eixo Simples Roda Dupla - 10t
- **ETD** - Eixo TANDEM Duplo - 17t
- **ETT** - Eixo TANDEM Triplo - 25,5t

ALGUNS TIPOS DE VEÍCULOS



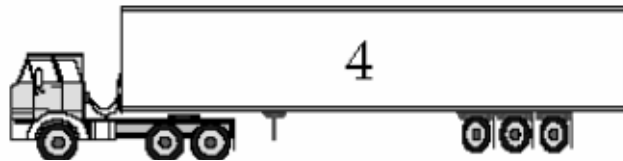
ESRS 6t ESRD 10t = 16t



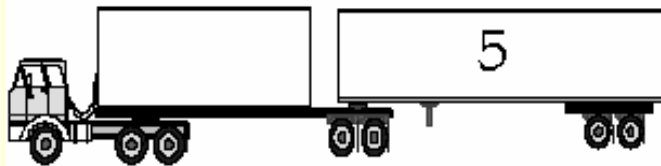
ESRS 6t ETD 17t = 23t



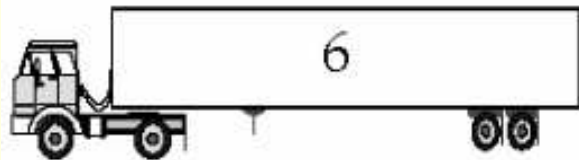
ESRS 6t ESRD 10t ETT 25,5t = 41,5t



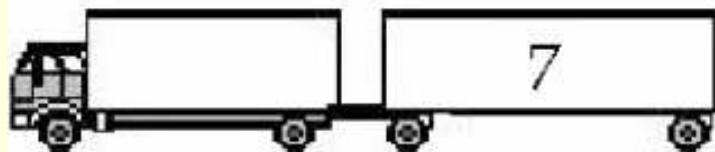
ESRS 6t ETD 17t ETT 25,5t = 48,5t



ESRS 6t ETD 17t ETD 17t ETD 17t = 57t



ESRS 6t ESRD10t ETD 17t = 33t

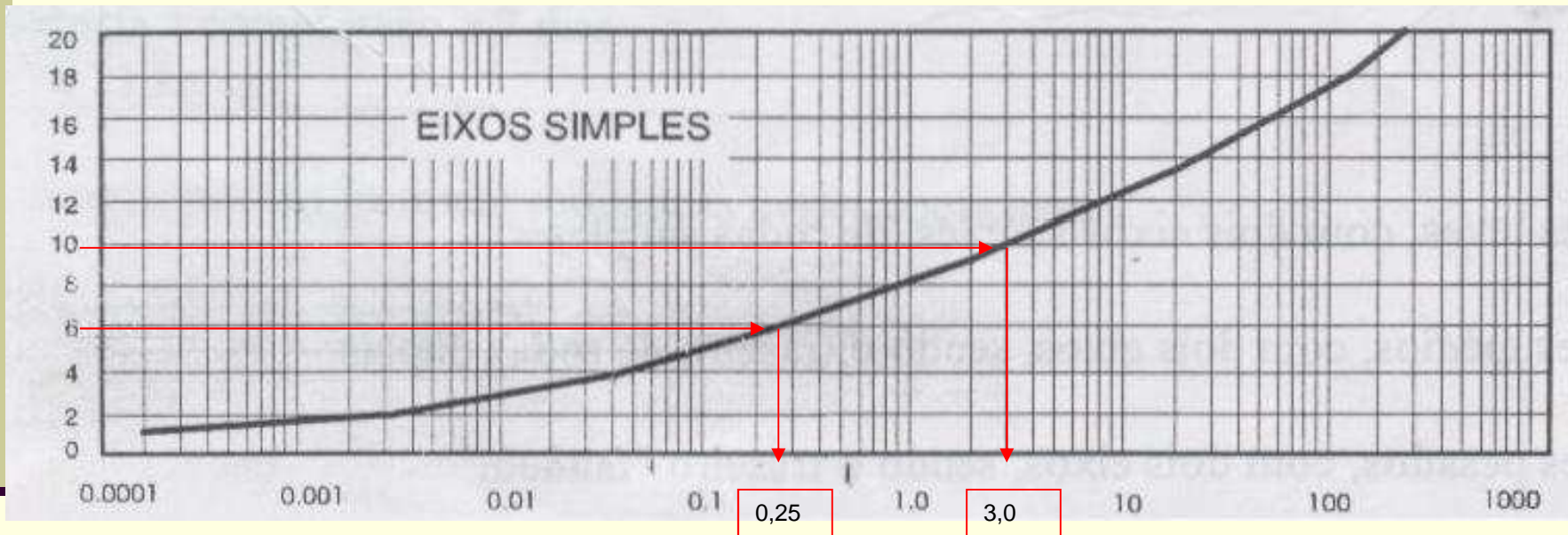


ESRS 6t ESRD10t ESRD 10t ESRD 10t = 36t

DIMENSIONAMENTO - DNER

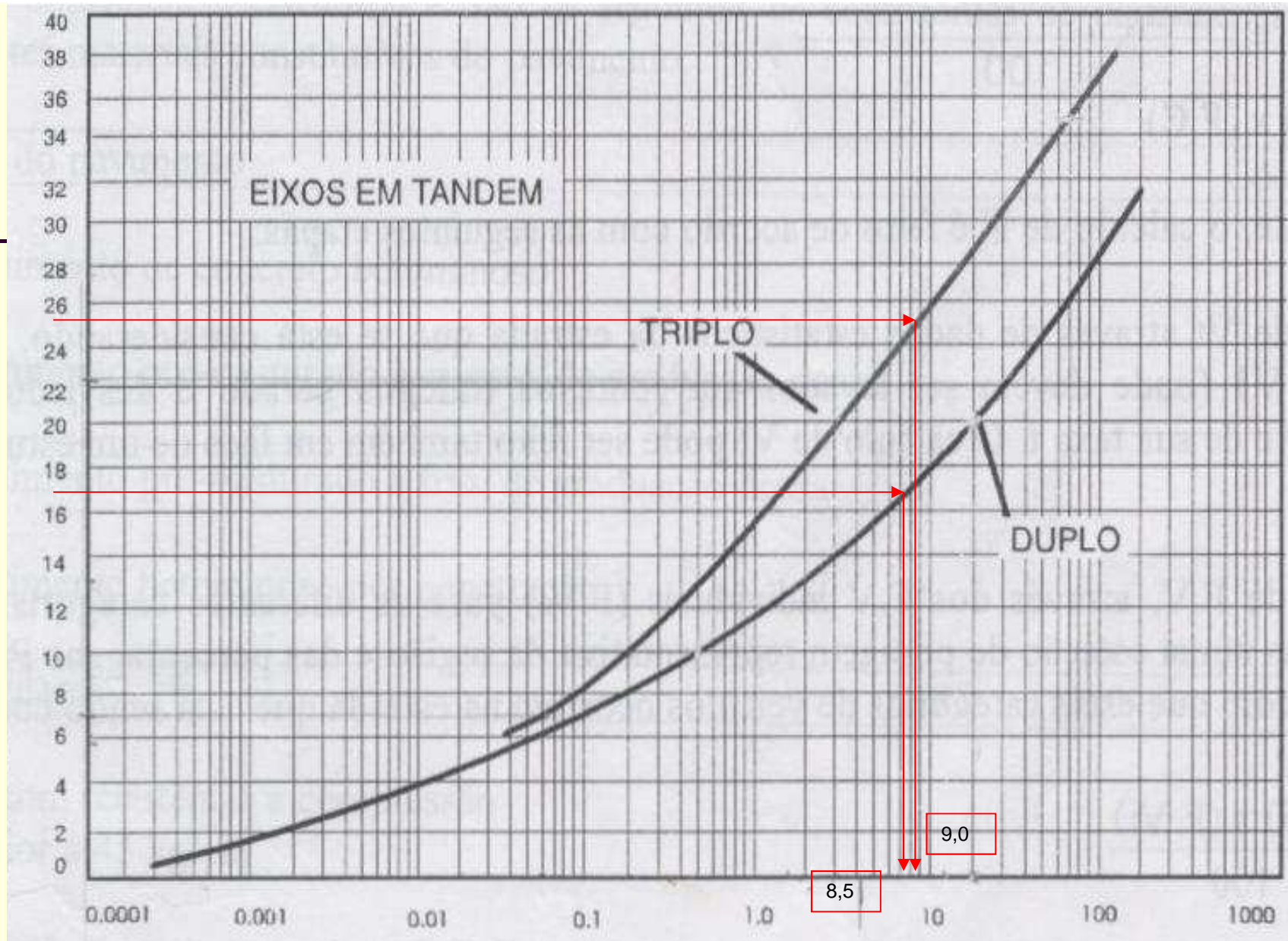
Carga por eixo em toneladas

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE OPERAÇÕES - DNER



Fator de equivalência de operações

Carga por eixo em toneladas



Fator de equivalência de operações

Em função da carga por eixo nos gráficos acima determina-se o Fator de Equivalência de Operação = F.Eq.Op.

TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTI DO > Nº DE VEÍC. (QUAN T)	PERCENT.	FATOR DE VEÍCULO (F.V.)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
1	2	3	4	5	6	7	$8(\Sigma 2-5)X(7)/100$
1ESRS+1ESRD	0,25	3,00	0,00	0,00	225		
1ESRS+1ETD	0,25	0,00	8,50	0,00	99		
1 ESRS+1ESRD+1ETT	0,25	3,00	0,00	9,00	44		
1ESRS+1ETD+1ETT	0,25	0,00	8,50	9,00	33		
1ESRS+3ETD	0,25	0,00	$3 \times 8,5 = 25,5$	0,00	6		
1ESRS+1ESRD+1ETD	0,25	3,00	8,50	0,00	55		
1ESRS+3ESRD	0,25	$3 \times 3,00 = 9$	0	0	22		
TOTAL					484		



VALORES RETIRADOS DO GRÁFICO

Cálculo dos Percentuais

TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTIDO > Nº DE VEÍC. (QUANT)	PERCENTAGEM	FATOR DE VEÍCULO (F.V.)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
1	2	3	4	5	6	7(6x100/TOTAL)	8(Σ2-5)X(7)/100
1ESRS+1ESRD	0,25	3,00	0,00	0,00	225	46,49	
1ESRS+1ETD	0,25	0,00	8,50	0,00	99	20,45	
1 ESRS+1ESRD+1ETT	0,25	3,00	0,00	9,00	44	9,09	
1ESRS+1ETD+1ETT	0,25	0,00	8,50	9,00	33	6,82	
1ESRS+3ETD	0,25	0,00	3X8,5=25,5	0,00	6	1,24	
1ESRS+1ESRD+1ETD	0,25	3,00	8,50	0,00	55	11,36	
1ESRS+3ESRD	0,25	3X3,00=9	0	0	22	4,55	
TOTAL					484	100,00	

VALORES RETIRADOS DO GRÁFICO



CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO

TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTIDO > Nº DE VEÍC. (QUANT)	PERCENT.	FATOR DE VEÍCULO (F.V.)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
1	2	3	4	5	6	7(6x100/TOTAL)	8(Σ2-5)X(7)/100
1ESRS+1ESRD	0,25	3,00	0,00	0,00	225	46,49	1,51
1ESRS+1ETD	0,25	0,00	8,50	0,00	99	20,45	1,79
1 ESRS+1ESRD+1ETT	0,25	3,00	0,00	9,00	44	9,09	1,11
1ESRS+1ETD+1ETT	0,25	0,00	8,50	9,00	33	6,82	1,21
1ESRS+3ETD	0,25	0,00	3X8,5=25,5	0,00	6	1,24	0,32
1ESRS+1ESRD+1ETD	0,25	3,00	8,50	0,00	55	11,36	1,34
1ESRS+3ESRD	0,25	3X3,00=9	0	0	22	4,55	0,42
TOTAL					484	100,00	7,70

VALORES RETIRADOS DO GRÁFICO



SEGUNDO MÉTODO PARA CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO = F.V. – ABAIXO 1º MÉTODO

TIPO DE VEÍCULO	FATOR EQUIVALENTE DE OPERAÇÃO				CONTAGEM SENTIDO > Nº DE VEÍCULOS (QUANT)	PERCENTUAL	FATOR DE VEÍCULO (F.V.)
	2	3	4	5			
1	2	3	4	5	6	7	$8(\Sigma 2-5) \times (7) / 100$
1ESRS+1ESRD	0,25	3,00	0,00	0,00	225	46,49	1,51
1ESRS+1ETD	0,25	0,00	8,50	0,00	99	20,45	1,79
1 ESRS+1ESRD+1ETT	0,25	3,00	0,00	9,00	44	9,09	1,11
1ESRS+1ETD+1ETT	0,25	0,00	8,50	9,00	33	6,82	1,21
1ESRS+3ETD	0,25	0,00	3X8,50=25,5	0,00	6	1,24	0,32
1ESRS+1ESRD+1ETD	0,25	3,00	8,50	0,00	55	11,36	1,34
1ESRS+3ESRD	0,25	3X3,00=9	0	0	22	4,55	0,42
TOTAL					484	100,00	7,70

VALORES RETIRADOS DO GRÁFICO

DIMENSIONAMENTO - DNER

TRÁFEGO (parâmetro de tráfego)

(II) FE = fator de eixos

Determinação de número de eixos correspondentes.

Composição
(exemplo)

- 2 eixos → x%

- 3 eixos → y%

- 4 eixos → z%

■ $FE = 2x + 3y + 4z$

OUTRO MODO DE INFORMAR OS DADOS (GERALMENTE NAS BIBLIOGRAFIAS – EX. LIVRO DO WLASTERMILER DE SENÇO)

OUTRA FORMA DE VER O MESMO
EXERCÍCIO (ONDE É DADO O NÚMERO DE
EIXOS POR CARGA E O TOTAL DE VEÍCULOS
COM OS RESPECTIVOS PERCENTUAIS)

	NÚMERO TOTAL DE EIXOS							TOTAL
ESRS - 6 T								484
ESRD - 10 T								390
ETD -17 T								205
ETT - 25,5 T								77
TOTAL DE EIXOS								1156

PERCENTUAIS APRESENTADOS NA BIBLIOGRAFIA DE ONDE VEM???

PERCENTUAL EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE EIXOS					FATOR DE EIXO (F.E.)
TIPOS DE VEÍCULOS	QUANT.	PERCENTUAL	VALOR %	EIXOS (*)	
1	2	3	4 (3/100)	5	4X5
VEÍCULOS COM 2 EIXOS	(225+99) = 324	66,94		2	
VEÍCULOS COM 3 EIXOS	(44+33+55) = 132	27,27		3	
VEÍCULOS COM 4 EIXOS	(6+22) = 28	5,79		4	
VEÍCULOS COM 5 EIXOS	0	0,00		5	
TOTAL	484	100,00			

VALORES FORNECIDOS

(*) INDEPENDENTE DO NÚMERO DE EIXOS EFETIVO 1ESRS=1ESRD=1ETD=1ETT = 1 EIXO, COMO EXEMPLO 2ETT = 2 EIXOS OU 2ESRD = 2 EIXOS OU 2ESRS = 2 EIXOS

CALCULANDO NA TABELA ANTERIOR FATOR DE EIXO – F.E.

FATOR DE EIXO = F.E.					
PERCENTUAL EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE EIXOS					FATOR DE EIXO (F.E.)
TIPOS DE VEÍCULOS	QUANT.	PERCENTUAL	VALOR %	EIXOS (*)	
1	2	3	4 (3/100)	5	4X5
VEÍCULOS COM 2 EIXOS	324	66,94	0,67	2	1,34
VEÍCULOS COM 3 EIXOS	132	27,27	0,27	3	0,82
VEÍCULOS COM 4 EIXOS	28	5,79	0,06	4	0,23
VEÍCULOS COM 5 EIXOS	0	0,00	0,00	5	0,00
TOTAL	484	100,00	1,00		2,39

VALOR FORNECIDO

**(*) INDEPENDENTE DO NÚMERO DE EIXOS EFETIVO
1ESRS=1ESRD=1ETD=1ETT = 1 EIXO, COMO EXEMPLO 2ETT = 2 EIXOS
OU 2ESRD = 2 EIXOS OU 2ESRS = 2 EIXOS**

CALCULANDO O FATOR DE CARGA = F.C.

FATOR DE CARGA = F.C.					
EIXO SIMPLES (T)	Nº EIXOS	% EIXOS	VALOR %	F.Eq.Op.	F.C.
1	2	3 (2X100/1156)	4(3/100)	5 (**)	6 (4X5)
ESRS - 6 T	484	41,87	0,42	0,25	0,10
ESRD - 10 T	390	33,74	0,34	3,00	1,01
EIXOS COMPOSTOS (T)					
ETD - 17 T	205	17,73	0,18	8,50	1,51
ETT - 25,5 T	77	6,66	0,07	9,00	0,60
TOTAL	1156	100,00	1,00		3,22

(**) GRÁFICO

VALORES FORNECIDOS

$$F.V. = F.E. \times F.C.$$

- O FATOR DE VEÍCULO É OBTIDO MULTIPLICANDO O FATOR DE EIXO PELO FATOR DE CARGA.

$$F.V. = F.E. \times F.C.$$

$$F.V. = 2,39 \times 3,22 = 7,70$$

FATOR CLIMÁTICO REGIONAL

■ TABELA

ÍNDICE PLUVIMÉTRICO ANUAL (mm)	FATOR CLIMÁTICO REGIONAL (FR)
ATÉ 800	0,7
DE 800 A 1.500	1,4
MAIS QUE 1,500	1,8

FATOR REGIONAL = F.R.

- COM O ÍNDICE PLUVIOMÉTRO MÉDIO ANUAL DE **1400 mm** – DA TABELA

- TEMOS QUE – **F.R. = 1,4**

- OBS: QUANDO NÃO FORNECIDO UTILIZA-SE = 1

FINALMENTE CÁLCULO DO NÚMERO “N” - USACE

- $N = 365 \times VDM \times P \times F.V. \times F.R.$

- $N = 365 \times 484 \times 20 \times 7,70 \times 1,4 =$

- $N = 38.087.896$

- $N = 3,8 \times 10^7$