



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
**CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA BASE DE DADOS DE TRÁFEGO  
DA MALHA RODOVIÁRIA ESTADUAL DA PARAÍBA**

**AGDA CHRISTIE TAVARES GUIMARÃES**

CAMPINA GRANDE

**JUNHO - 2001**

F-05011

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE  
ÁREA DE GEOTECNIA

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA BASE DE DADOS DE TRÁFEGO DA MALHA  
RODOVIÁRIA ESTADUAL DA PARAÍBA

AGDA CHRISTIE TAVARES GUIMARÃES

CAMPINA GRANDE  
Junho de 2001

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA BASE DE DADOS DE TRÁFEGO NA MALHA  
RODOVIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA**

por

**AGDA CHRISTIE TAVARES GUIMARÃES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como registro parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadores: Professor Doutor José Afonso G. de Macêdo  
Professor Nilton Pereira de Andrade

Campina Grande – Paraíba

Junho 2001




G963d	<p>Guimarães, Agda Christie Tavares. Diagnóstico preliminar da base de dados de tráfego na malha rodoviária do estado da Paraíba / Agda Christie Tavares Guimarães. - Campina Grande, 2001. 151 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2001. "Orientação : Prof. Dr. José Afonso Gonçalves de Macedo, Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade". Referências.</p> <p>1. Tráfego - Rodovia - Engenharia Civil. 2. Malha Rodoviária - Paraíba. 3. Tráfego - Base de Dados. 4. Engenharia Civil - Dissertação. I. Macedo, José Afonso Gonçalves de. II. Andrade, Nilton Pereira de. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 624:656.13(813.3)(043)</p>
-------	---


**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA BASE DE DADOS DE TRÁFEGO NA MALHA  
RODOVIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA**

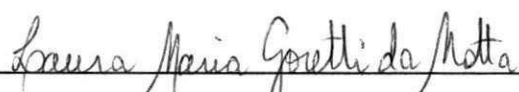
AGDA CHRISTIE TAVARES GUIMARÃES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADES FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS II CAMPINA GRANDE – PB, COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

  
\_\_\_\_\_  
José Afonso Gonçalves de Macedo DSc. Orientador  
Universidade Federal da Paraíba

  
\_\_\_\_\_  
Nilton Pereira de Andrade PhD. Orientador  
Universidade Federal da Paraíba

  
\_\_\_\_\_  
Laura M. G. Motta DSc. Examinador  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

  
\_\_\_\_\_  
Jorge Barbosa Soares PhD. Examinador  
Universidade Federal do Ceará

Campina Grande – PB

Junho de 2001

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Manoel Francelino  
Guimarães e Maria do Carmo Tavares  
Guimarães por todo o amor e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar forças para continuar mesmo nos dias mais difíceis;

A minha família, minha mãe Maria do Carmo e meus irmãos Sara, Gibran, Manuela e Jô;

Ao Professor Dr. José Afonso G. de Macedo pela orientação e dedicação no aprendizado;

Aos Professores Nilton Pereira de Andrade e Jonas Pereira de Andrade pela orientação e direção no aprendizado;

A CAPES e a Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior ATECEL;

A minha amiga e bibliotecária Mauriza;

Ao meu amigo Leimar que sempre me deu força;

Ao DER-PB e sua equipe técnica, em especial ao engenheiro Antônio Sales pelas contribuições quando da coleta de dados;

A todos aqueles que de forma direta e indireta contribuíram para realização deste trabalho.

## RESUMO

No dimensionamento de novos pavimentos ou no reforço de estruturas existentes a quantificação do tráfego é um problema dos métodos de dimensionamento correntes. O parâmetro que simula a ação do tráfego é o número de repetições de carga do eixo padrão N. Para a sua determinação nas rodovias, são necessárias contagens volumétricas classificadoras e pesagens dos veículos.

Neste trabalho apresenta-se um diagnóstico preliminar da base de dados de tráfego na malha rodoviária do estado da Paraíba, a partir de análise da metodologia utilizada na distribuição espacial e temporal dos postos de contagem de tráfego e dos fatores de equivalência de carga.

Baseado nos resultados obtidos foi possível apontar limitações e apresentar sugestões para a sistematização do processo de coleta e análise dos dados de tráfego na malha rodoviária estadual da Paraíba.



## ABSTRACT

**Traffic** is the most important factor in pavement design. The consideration of traffic should include both the load magnitude and configuration and the number of load repetitions. The mix of traffic due to multiple wheels must be converted to ***number of repetition of standard single axle (N)*** so the design appropriate method can be applied to pavement analysis.

This dissertation presents a preliminary diagnostic of the ***traffic data base*** in Paraíba State, using analysis based on data distribution, spatially and temporally; and ***equivalent-axle factors***.

According to the results it was possible to show limits and present suggestions to the management of the collection process and analysis of traffic data for highway plans of the Paraíba State.

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE QUADROS	xii
<b>CAPÍTULO 1</b>	
INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	01
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2. MALHA RODOVIÁRIA NACIONAL, ASCENSÃO E QUEDA.....</b>	<b>05</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	05
2.2 O SUBDESENVOLVIMENTO CONTRIBUINDO PARA A DETERIORAÇÃO DO SISTEMA.....	06
2.3 DISTRIBUIÇÃO MODAL DO TRANSPORTE DE CARGA E DE PASSAGEIROS NO BRASIL.....	07
2.4 PERFIL DO SETOR RODOVIÁRIO DE CARGAS NO BRASIL.....	08
2.5 HISTÓRICO DOS INVESTIMENTOS ESTATAIS.....	09
2.6 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA, SOBRECARGA E TRANSPORTE.....	11
2.7 DEGRADAÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA.....	13
2.8 AS AÇÕES DO GOVERNO.....	14
2.9 PROGRAMA BASILEIRO DE CONCESSÕES.....	14
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>3. CONDICIONANTES DO TRÁFEGO.....</b>	<b>16</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	16
3.2 FATORES DE TRÁFEGO – CONSIDERAÇÕES E LIMITAÇÕES.....	16
3.2.1 CARGA POR EIXO.....	17
3.2.2 TIPO DE EIXO.....	18
3.2.3 TIPO DE PNEU.....	24
3.2.4 TIPO DE RODAGEM.....	25
3.2.5 PESO BRUTO TOTAL.....	26
3.2.6 PRESSÃO DE ENCHIMENTO DOS PNEUS.....	26
3.2.7 DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO DE CONTATO.....	28
3.2.8 VARIAÇÃO LATERAL DA TRAJETÓRIA DAS RODAS.....	31
3.3 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO – CBR.....	32
3.3.1 EXPRESSÃO MATEMÁTICA DAS CURVAS EMPIRÍCAS DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....	35
3.4 EQUAÇÃO BÁSICA DE DIMENSIONAMENTO DO CE.....	42
3.5 FATORES DE EQUIVALENCIA DO CE.....	42

3.5.1	CONCEITO DE OPERAÇÕES E COBERTURAS.....	42
3.5.2	CONCEITO DE RODAS SIMPLES EQUIVALENTE E SUA APLICAÇÃO A EQUAÇÃO DO CE.....	47
3.5.3	RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE COBERTURAS PARA A PROPAGAÇÃO DE FALHA NO PAVIMENTO E A SUA ESPESSURA.....	49
3.5.4	FATOR DE EQUIVALENCIA DO CE REFERIDO A COBERTURAS.....	50
3.5.5	FATOR DE EQUIVALENCIA DO CE REFERIDO A OPERAÇÕES.....	51
3.6	EQUAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DA AASHO.....	59
3.7	FATORES DE EQUIVALENCIA DA AASHO.....	61

#### CAPÍTULO 4

<b>4.</b>	<b>ESTUDOS DE TRÁFEGO.....</b>	<b>62</b>	<b>*</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	62	
4.2	VOLUME DE TRÁFEGO.....	62	
4.2.1	VOLUME ANUAL.....	63	
4.2.2	VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO.....	64	
4.2.3	VOLUME HORÁRIO.....	64	
4.2.5	VARIAÇÕES NO VOLUME DE TRÁFEGO.....	64	
4.3	COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO.....	66	
4.4	CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	66	
4.4.1	CONTAGEM MANUAL.....	67	
4.4.2	CONTAGEM AUTOMÁTICA.....	69	
4.5	EQUIPAMENTOS CONTADORES DE TRÁFEGO.....	70	
4.5.1	CONTADORES FIXOS OU PERMANENTES.....	70	
4.5.1.1	VANTAGENS DOS CONTADORES FIXOS.....	72	
4.5.1.2	DESVANTAGENS DOS CONTADORES FIXOS.....	72	
4.5.2	CONTADORES MÓVEIS.....	72	
4.6	PESAGENS DE VEÍCULOS.....	73	
4.6.1	BALANÇAS PORTÁTEIS.....	74	
4.6.2	BALANÇAS FIXAS.....	74	
4.6.3	TIPOS DE TECNOLOGIAS DE PESAGENS APROPRIADAS.....	77	
4.6.4	METODOLOGIA EMPREGADA PELO DER-PB.....	78	
4.7	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N.....	80	
4.7.1	VOLUME TOTAL VT.....	81	
4.7.1.1	CRESCIMENTO EM PROGRESSÃO ARITMÉTICA.....	81	
4.7.1.2	CRESCIMENTO EM PROGRESSÃO GEOMÉTRICA.....	82	

4.7.2	FATOR DE VEÍCULO.....	83
4.7.2.1	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO.....	86

## CAPÍTULO 5

<b>5.</b>	<b>UTILIZAÇÃO DE BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA NO TRATAMENTO DOS DADOS.....</b>	<b>87</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	87
5.2	UTILIZAÇÃO DE SIG.....	88
5.3	METODOLOGIA.....	89
5.4	MATERIAL UTILIZADO.....	94
5.5	BANCO DE DADOS.....	94

## CAPÍTULO 6

<b>6.</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS DE TRÁFEGO NO DER-PB.....</b>	<b>95</b>	κ
6.1	INTRODUÇÃO.....	95	
6.2	METODOLOGIA EMPREGADA PELO DER SUDENE 1969 – 1979.....	96	
6.2.1	MALHA RODOVIÁRIA DO PROGRAMA.....	96	
6.2.2	POSTOS DE CONTAGEM.....	96	
6.3	METODOLOGIA EMPREGADA PELA SUDENE-DER 1980, 1981 E 1982.....	104	
6.4	METODOLOGIA EMPREGADA ATUALMENTE PELO DER-PB.....	105	
6.5	ANÁLISE DAS METODOLÓGICAS.....	106	
6.5.1	DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	107	
6.5.1.1	CARACTERÍSTICAS DAS MICRORREGIÕES PARAIBANAS.....	109	
6.5.1.2	ANÁLISE DOS DADOS.....	118	
6.5.1.3	CONTINUIDADE DAS SÉRIES HISTÓRICAS.....	120	
6.5.1.4	FATORES MENSIS.....	121	
6.6	PROPOSTA DE TRABALHO.....	121	
6.6.1	DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	122	
6.6.2	FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA.....	124	κ

## CAPÍTULO 7

<b>7.</b>	<b>ESTUDOS DE CASOS: BR-230 E PB-008.....</b>	<b>126</b>
7.1	INTRODUÇÃO.....	126
7.2	DUPLICAÇÃO BR-230.....	126
7.2.1	COLETA DE DADOS.....	126
7.2.1.1	PESQUISAS FLUXOGRAMÉTRICAS.....	127
7.2.1.2	PESQUISA DE PESAGENS DE EIXOS.....	128
7.2.1.3	PESQUISA VOLUMÉTRICA CLASSIFICADORA.....	129
7.2.1.4	PESQUISAS DIRECIONAIS.....	130

7.2.2	ANÁLISES.....	130
7.2.2.1	CRESCIMENTO DO TRÁFEGO.....	130
7.2.2.2	NÚMERO N.....	131
7.2.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO.....	132
7.2.3.2	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO.....	135
7.3	IMPLANTAÇÃO PB-008.....	135
7.3.1	CÁLCULO DO NÚMERO N.....	137
7.3.2	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO.....	138
7.3.2.1	APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	138
7.4	ANÁLISE DA INFLUENCIA DO ESTUDO DE TRÁFEGO NO PAVIMENTO.....	138
7.5	DISCUSSÃO.....	141

## CAPÍTULO 8

8.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	143
8.1	CONCLUSÕES.....	143
8.2	SUGESTÕES.....	144

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - EVOLUÇÃO DA REDE, TRÁFEGO E ORÇAMENTO PARA A REDE RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA.....	09
FIGURA 3.1 – GEOMETRIA DE UM EIXO SIMPLES DE RODA SIMPLES.....	18
FIGURA 3.2 – GEOMETRIA DE UM EIXO SIMPLES DE RODAS DUPLAS.....	19
FIGURA 3.3 – GEOMETRIA DE UM EIXO-TANDEM DUPLO DE RODAS DUPLAS.....	19
FIGURA 3.4 – GEOMETRIA DE UM EIXO TANDEM TRIPLO DE RODAS DUPLAS.....	20
FIGURA 3.5 – CURVAS DE ENSAIO DE PENETRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DO CBR.....	34
FIGURA 3.6 – EXTRAPOLAÇÃO DAS CURVAS DE PORTTER.....	35
FIGURA 3.7 – CARREGAMENTOS HOMÓLOGOS DE MESMO P.....	36
FIGURA 3.8 – CURVA DA FÓRMULA TEÓRICA (30) COMPARADA COM OS DADOS EXPERIMENTAIS.....	41
FIGURA 3.9 – CONCEITO DE COBERTURA – CASO DE RODA SIMPLES.....	45
FIGURA 3.10 – CONCEITO DE COBERTURA – CASO DE RODA DUPLA.....	46
FIGURA 5.1 – MAPA RODOVIÁRIO ESTADUAL 1998.....	92
FIGURA 5.2 – MAPA: LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM DE TRÁFEGO NA PARAÍBA.....	93
FIGURA 5.3 – MAPA: VMD POR MICRORREGIÃO GEOGRÁFICA.....	93
FIGURA 5.4 – MAPA: CODIFICAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	ANEXO 4
FIGURA 6.1 – DISTRIBUIÇÃO DO VMD POR DIA DA SEMANA.....	103
FIGURA 6.2 – VMD POR MÊS E COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO.....	103
FIGURA 6.3 – VOLUME MÉDIO HORÁRIO COM CURVA DE DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA.....	104
FIGURA 6.4 – DIVISÃO DO ESTADO EM MESORREGIÕES.....	108
FIGURA 6.5 – MAPA: DIVISÃO DO ESTADO EM MICRORREGIÕES GEOGRÁFICAS.....	109
FIGURA 6.6 – MAPA: DISTRIBUIÇÃO DO VMD POR MICRORREGIÃO.....	126
FIGURA 7.1 – LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	127
FIGURA 7.2 – GRÁFICO: SENSIBILIDADE DE CBR NO CÁLCULO DA ESPESSURA.....	142

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – EXTENSÃO DA MALHA VIÁRIA.....	05
QUADRO 2.2 – CONTRIBUIÇÕES DE USUÁRIOS DE RODOVIA POR TIPO DE IMPOSTO FEDERAL COMO PARTICIPAÇÃO DO BIP.....	06
QUADRO 2.3 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO TRANSPORTE DE CARGA E DE PASSAGEIROS, POR MODALIDADE DE TRANSPORTES.....	08
QUADRO 2.4 – EVOLUÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA.....	10
QUADRO 2.5 – FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS.....	11
QUADRO 2.6 – EVOLUÇÃO DO ESTADO GERAL DE CONSERVAÇÃO.....	13
QUADRO 3.1 – CARACTERÍSTICAS DE VEÍCULOS.....	20
QUADRO 3.2 – CARGA MÁXIMA LEGAL SEGUNDO A LEI N <sup>o</sup> 7408 DE 1985 E LEI N <sup>o</sup> 9503 DE 1997.....	22
QUADRO 3.3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS LIMITES LEGAIS DE CARGA.....	23
QUADRO 3.4 – CARGAS MÁXIMAS E PRESSÃO DE ENCHIMENTO.....	27
QUADRO 3.5 – VALORES DE K PARA DIVERSOS VALORES DE Z E CBR E MESMO P.....	38
QUADRO 3.6 – VALORES DE C <sub>2</sub> E C <sub>2</sub> X CBR PARA DIFERENTES VALORES DE K.....	40
QUADRO 3.7 – VALORES DA RAZÃO R <sub>c</sub> ADOTADOS PELO CE.....	53
QUADRO 3.8 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE - EIXO SIMPLES RODA SIMPLES.....	55
QUADRO 3.9 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE - EIXO SIMPLES RODA DUPLA.....	56
QUADRO 3.10 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE - EIXOS TANDEM DUPLOS.....	57
QUADRO 3.11 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE - EIXOS TANDEM TRIPLOS.....	58
QUADRO 4.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS RODOVIÁRIOS.....	68
QUADRO 4.2 – POSTOS DE PESAGENS DE VEÍCULOS MANTIDOS PELO DNER.....	ANEXO 2
QUADRO 4.3 – FATORES DE VEÍCULOS COM E SEM EXCESSO DE CARGA.....	80
QUADRO 4.4 – EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE FATORES DE EQUIVALÊNCIA.....	84
QUADRO 4.5 – CÁLCULO DOS FATORES DE EQUIVALÊNCIA.....	86
QUADRO 5.1 – LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	ANEXO 3
QUADRO 6.1 – VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO.....	101
QUADRO 6.2 – DADOS MENSIS DE TRÁFEGO.....	101
QUADRO 6.3 – DADOS SEMANAIS DE TRÁFEGO.....	101
QUADRO 6.4 – DADOS HORÁRIOS DE TRÁFEGO.....	102
QUADRO 6.5 – COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO, VMD POR DIA DA SEMANA.....	102
QUADRO 6.6 – COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO, VMD POR MÊS.....	102
QUADRO 6.7 – DADOS HORÁRIOS DE TRÁFEGO, VMH POR MÊS.....	104
QUADRO 6.8 – DADOS DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	ANEXO 6

QUADRO 6.9 – REGRESSÕES SIMPLES.....	ANEXO 7
QUADRO 6.10 – REGRESSÕES MULTIVARIÁVEIS .....	ANEXO 7
QUADRO 6.11 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO OBTIDOS NAS REGRESSÕES.....	119
QUADRO 6.12 – PROPOSTA PARA A LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM.....	125
QUADRO 6.13 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA PROPOSTO.....	125
QUADRO 7.1 – VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO (TOTAL).....	128
QUADRO 7.2 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA PARA AS DIVERSAS CONFIGURAÇÕES DE EIXO.....	128
QUADRO 7.3 – DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE VEÍCULOS PARA AS DIVERSAS CONFIGURAÇÕES DE EIXO DE ACORDO COM AS METODOLOGIAS GEIPOT/DNER E DNER/USACE.....	129
QUADRO 7.4 – FATORES DE VEÍCULOS OBTIDOS.....	129
QUADRO 7.5 – RESULTADOS VOLUME MÉDIO DE TRÁFEGO.....	129
QUADRO 7.6 – TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO.....	130
QUADRO 7.7 – REGRESSÕES LINEARES.....	130
QUADRO 7.8 – DISTRIBUIÇÃO ANUAL.....	131
QUADRO 7.9 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	133
QUADRO 7.10 – VALOR ESTRUTURAL DA CAMADA BETUMINOSA.....	134
QUADRO 7.11 – DADOS HISTÓRICOS DE TRÁFEGO.....	135
QUADRO 7.12 – TRÁFEGO DA PB-008 (VMD).....	136
QUADRO 7.13 – DISTRIBUIÇÃO DA CARGA POR EIXO.....	137
QUADRO 7.14 – EQUIVALÊNCIA.....	138
QUADRO 7.15 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DNER E FATORES DE VEÍCULOS DER (BR-230).....	139
QUADRO 7.16 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA LEI DA BALANÇA E FATORES DE VEÍCULOS DER.....	140
QUADRO 7.17 – VALORES DE $N$ , $D_p$ E ESPESSURAS $H_T$ E $H_{CB}$ (BR-230).....	140
QUADRO 7.18 – VALORES DE $N$ , $D_p$ E ESPESSURAS $H_T$ E $H_{CB}$ (PB-008).....	140



## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A redução dos investimentos públicos na malha rodoviária do país, verificada na década de 80, associada a idade avançada dos pavimentos e ao precário nível de serventia, levaram a elevação dos custos operacionais e a redução da segurança no tráfego. Tal cenário provocou o surgimento, no início, dos anos 90, de ações amplas na área de planejamento, buscando a otimização dos recursos disponíveis, através da avaliação de prioridades em técnicas sistêmicas empregadas na gerência de pavimentos, exigidas nos programas de financiamento do Banco Mundial. Por outro lado, os programas de concessão à iniciativa privada para manutenção de rodovias, resumem apenas a 10% da rede rodoviária de forma que os custos correspondentes sejam cobertos pelo pedágio arrecadado, fazendo com que aumentassem as exigências no padrão técnico dos projetos de restauração e programas de manutenção.

A evolução tecnológica da engenharia rodoviária verificada nas últimas décadas levou a mudanças significativas na avaliação dos pavimentos. Atualmente podem ser contempladas na análise de pavimentos, as propriedades resilientes dos materiais das camadas, reciclagem de materiais e modelos de fadiga conjuntamente com métodos numéricos. Além do que, não se pode desconsiderar que as políticas econômicas vigentes desde 1995, levaram a volumes de tráfego mais intensos, congestionando parte do sistema viário implantado. Assim, estabeleceu-se o desafio atual brasileiro: rodovias em boas condições, redução nos custos de manutenção e construção, segurança no tráfego e menor tempo de viagem.

O desempenho dos pavimentos está relacionado a fatores climáticos, materiais de pavimentação, técnicas construtivas, estratégias de manutenção e fundamentalmente ao tráfego. O tráfego é multivariado com relação ao tipo de veículo e cargas transportadas. Sua previsão é de difícil quantificação, assim como complexa e de certa forma indefinida, a avaliação do poder de destruição das diferentes cargas atuando a diferentes níveis de repetição. Adicionalmente, a evolução tecnológica do transporte rodoviário tem contribuído para considerações com relação à configuração de veículos de

carga, tipo de eixo, tipo de pneus e de rodagem e seus efeitos na avaliação dos pavimentos. É evidente a importância do controle dos limites de carga. A indústria de veículos pesados, as normas que regulamentam o transporte de carga e ainda os métodos de dimensionamento de pavimentos consideram os efeitos do tráfego em termos de Peso Bruto Total (PBT), das cargas por eixo e dos tipos de veículos.

No dimensionamento e avaliação de pavimentos, o DER-PB (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado da Paraíba) adota as metodologias normatizadas pelo DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). O parâmetro que simula a ação do tráfego nos pavimentos é o número de repetições de carga (N) de um eixo tomado como padrão de 8,2t. Para a determinação do parâmetro N nas rodovias, são necessárias contagens volumétricas classificatórias e pesagens dos veículos parados ou em movimento.

Desde 1969 o Nordeste tinha um programa de contagem de tráfego estabelecido pela SUDENE em convênio com os DER's. O mesmo foi interrompido em 1982 pela SUDENE e reiniciado em 1991 pelo e vem sendo mantido de forma precária pelo órgão.

Segundo técnicos do DER-PB o estado da Paraíba não tem um programa de pesagem de veículos em suas rodovias, desta forma não se tem o perfil das cargas que trafegam nas mesmas. Os dados de pesagem utilizados são de Pernambuco e referem-se aos anos de 85, 86 e 87, obtidos em Rodovias Estaduais e Federais (BR-232 e BR-116). A utilização de fatores assim obtidos pode trazer como consequência pavimentos mal dimensionados com redução da sua vida útil ou custos elevados de construção, uma vez que as variáveis envolvidas no cálculo de N sofrem influência direta das características físicas, econômicas e de tráfego da região em estudo como também da época em que foram realizadas as pesagens.

Apesar de serem vizinhos e pertencerem à mesma região geográfica, Paraíba e Pernambuco são estados com características diferentes, o que torna claro que os fatores de carga e de eixo utilizados no cálculo de N em Pernambuco não parecem adequados para a avaliação de pavimentos na Paraíba, atualmente.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise da base de dados utilizada atualmente pelo DER para avaliação do tráfego na malha rodoviária do Estado da Paraíba onde:

- serão apontadas falhas/acertos no processo de coleta e análise de dados empregados pelo DER-PB.
- será avaliada a distribuição espacial e temporal do volume de tráfego sobre a malha rodoviária. O que será feito utilizando-se uma base de dados georreferenciada no tratamento dos dados.
- finalmente, com base nas informações existentes serão apontadas alternativas para melhor obtenção e análise de dados de tráfego, de forma a fornecer elementos adequados ao processo de tomada de decisões no planejamento do sistema rodoviário do estado.

A matéria que dá corpo ao trabalho foi distribuída nos 08 capítulos que sucedem (capítulos 2 a 8).

Capítulo 2 aborda de forma gerais considerações sobre o tráfego rodoviário e sua importância para avaliar pavimentos.

Capítulos 3 e 4 são dedicados a revisão bibliográfica. O capítulo 3 apresenta as considerações sobre o efeito da carga por eixo, tipo de eixo e tipo de veículos no dimensionamento e avaliação de pavimentos. O capítulo 4 trata do efeito tráfego considerado através do volume médio diário de tráfego no pavimento.

Capítulo 5 refere-se a utilização de base de dados georreferenciada para tratamento dos dados de pesquisa.

Capítulo 6 é dedicado, ao estudo do tráfego, com análise da distribuição espacial dos postos de contagem de tráfego em função de indicadores como população, número de postos, produção agrícola, etc, diagnosticando a situação atual e apresentando alternativas para uma melhor coleta dos dados de tráfego no estado.

No capítulo 7 são discutidos dois casos: duplicação BR-230 e Implantação da PB-008. Foram calculados os fatores de veículos de acordo com as metodologias do GEIPOT/DNER e DNER/USACE

com as cargas indicadas pela lei da balança, para ambos os casos., que permitiu estabelecer o efeito do número N nos espessuras das camadas do pavimento.

Finalmente o capítulo 8 trata das conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

## MALHA RODOVIÁRIA NACIONAL, ASCENSÃO E QUEDA

### 2.1 INTRODUÇÃO

A partir dos anos 50, e num ritmo cada vez mais acelerado até os anos 70, o Brasil assim como os demais países da América Latina investiram uma parcela considerável dos recursos estatais para a construção de grandes malhas rodoviárias e de outras infra-estruturas de transporte. O grande desenvolvimento experimentado pelo sub-setor transporte rodoviário, sobrepondo-se aos outros modais da matriz nacional de transportes, se deveu a diversos fatores, entre os quais pode-se destacar: sua grande flexibilidade e mobilidade, implantação da indústria automobilística nos anos 50 e determinação política dos governos nas três esferas administrativas da federação naquela época.

Os investimentos tiveram como objetivo criar uma base para o desenvolvimento econômico e social do país. Não havia naquela época muita preocupação pelo custo, nem tão pouco com a conservação. Como resultado desta política conta-se no Brasil, hoje, com uma rede rodoviária com aproximadamente 164.246 km de rodovias pavimentadas, sendo 34% da jurisdição federal, 56% estadual e 10% municipal (Quadro 2.1). Verifica-se também que a maior parte da malha rodoviária pavimentada do Brasil, está sob responsabilidade dos estados. Os números apresentados podem ser considerados tímidos, se comparados aos existentes nos países desenvolvidos, quando se leva em consideração a relação entre a extensão das rodovias pavimentadas e a área territorial do país.

QUADRO 2.1						
EXTENSÃO DA MALHA RODOVIÁRIA						
RODOVIAS	PAVIMENTADAS		NÃO PAVIMENTADAS		TOTAL	
	EXTENSÃO (km)	%	EXTENSÃO (km)	%	EXTENSÃO (km)	%
FEDERAIS	55.905	34	14.843	0,9	70.748	4,1
ESTADUAIS	91.348	56	116.538	7,5	207.886	12
MUNICIPAIS	16.993	10	1.429.296	91,6	1.445.289	83,9
TOTAL	164.246	100	1.560.677	100	1.724.923	100

Fonte: (DNER,1999)

Apenas 9,5% de nossas rodovias são pavimentadas, enquanto que em países desenvolvidos essa média é superior a 80% (DNER, 2000).

## 2.2 O SUBDESENVOLVIMENTO CONTRIBUINDO PARA A DETERIORAÇÃO DO SISTEMA

As estradas não pavimentadas, de certa forma relegadas, desempenham um papel relevante como alimentadoras das rodovias principais e também exigem atenção especial. Totalizam cerca de 1,6 milhões de km, sendo que 92% delas são municipais. Segundo Magalhães (1998) todo este investimento estimado hoje em 140 bilhões de dólares e foi realizado por apenas uma entidade, o Estado. A rede rodoviária se desenvolveu baseada num modelo apoiado no DNER e na vinculação de recursos através do Fundo Rodoviário Nacional. "Criado pelo Decreto Lei nº 8.463 de 27 de dezembro de 1945, cujos recursos eram originados do imposto único sobre lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos (IULCLG) da Taxa Rodoviária Única (TRU) do Imposto sobre Serviços e Transportes (IST)".

QUADRO 2.2				
CONTRIBUIÇÕES DE USUÁRIOS DE RODOVIA POR TIPO DE IMPOSTO FEDERAL, COMO PARTICIPAÇÃO DO PIB				
ANO	IULCIG	TRU	IST	TOTAL(%)
1970	1,468	...	0,042	1,510
1971	1,421	...	0,047	1,468
1972	1,319	...	0,030	1,349
1973	1,089	0,340	0,026	1,445
1974	0,896	0,291	0,023	1,110
1975	0,788	0,280	0,024	1,092
1976	1,473	0,288	0,046	1,607
1977	1,191	0,291	0,082	1,564
1978	1,077	0,282	0,08	1,239
1979	0,883	0,253	0,075	1,211
1980	0,388	0,322	0,081	0,801
1981	0,246	0,259	0,085	0,590
1982	0,255	0,242	0,082	0,549
1983	0,171	0,220	0,073	0,464
1984	0,131	0,148	0,066	0,345
1985	0,109	0,114	0,065	0,288
1986	0,096	...	0,079	0,175
1987	0,252	...	0,073	0,325
1988	0,262	...	0,061	0,323

Fonte: (Magalhães, 1998)

Os recursos gerados por esses encargos fiscais no período áureo do funcionamento do mecanismo de financiamento, ou seja, de 1956 a 1980, corresponderam em média a 1,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, e contribuíram para que a malha pavimentada nacional aumentasse de forma acelerada no período considerado. A partir de 1976, os recursos fiscais vinculados começaram a ser reduzidos até o seu total desaparecimento, com a constituição de 1988, conforme mostrado no Quadro 2.2.

### 2.3 DISTRIBUIÇÃO MODAL DO TRANSPORTE DE CARGA E DE PASSAGEIROS NO BRASIL

O Quadro 2.3 apresenta a distribuição modal dos transportes de carga e de passageiros no Brasil. Pode-se verificar que o setor rodoviário é responsável por cerca de 96% do transporte de passageiros e 63% das cargas transportadas, concentrando-se principalmente na malha rodoviária sob jurisdição do Governo Federal que, apesar de contar com apenas 34% da rede rodoviária pavimentada nacional no Brasil, suporta dois terços dos deslocamentos rodoviários, tornando necessário manter a serventia das rodovias componentes do sistema arterial principal, de maior tráfego, para que o setor possa funcionar com um mínimo de eficiência. As ferrovias transportam aproximadamente 20% das cargas, a navegação de cabotagem interna 13%, sendo desprezível, quanto ao peso o que se transporta por via aérea. Nos EUA, os números são: rodovias 33%; ferrovias 50% e navegação interna 17% (Magalhães 1998). Essa dependência do transporte rodoviário no Brasil faz a população refém de caminhões, ônibus e automóveis e causa espanto quando ocorre a paralisação de caminhoneiros ou a decisão da OPEP de aumentar os preços do petróleo. Além disso não se têm estratégias e políticas de longo prazo que integrem transportes e energia e que possam contribuir para alterar tal dependência. As medidas adotadas pelos poderes executivo e legislativo são inconsistentes e fora do objetivo principal a ser atingido nos transportes, que é a indução ao *multi-modal*. Esse tipo de intermodalidade tira partido das vantagens comparativas de custos dos diversos modais envolvidos nas logísticas de abastecimento e escoamento, aumentando a produtividade e reduzindo custos, beneficiando o mercado interno e a competitividade das exportações.

QUADRO 2.3			
DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO TRANSPORTE DE CARGA E DE PASSAGEIROS, POR MODALIDADE DE TRANSPORTES			
MODO DE TRANSPORTE		CARGA	PASSAGEIROS
AEREO		0,31	2,52
DUTOVIÁRIO		4,43	N.A
HIDROVIÁRIO		12,75	-
FERROVIÁRIO METROVIÁRIO		19,91	1,46
RODOVIÁRIO		62,60	96,02
TOTAL	%	100	100
	ABSOLUTO	709.386 (10 <sup>6</sup> t.km)	869.732 (10 <sup>6</sup> pass.km)

Fonte: (GEIPOT, 1998)

## 2.4 O PERFIL DO SETOR RODOVIÁRIO DE CARGAS NO BRASIL

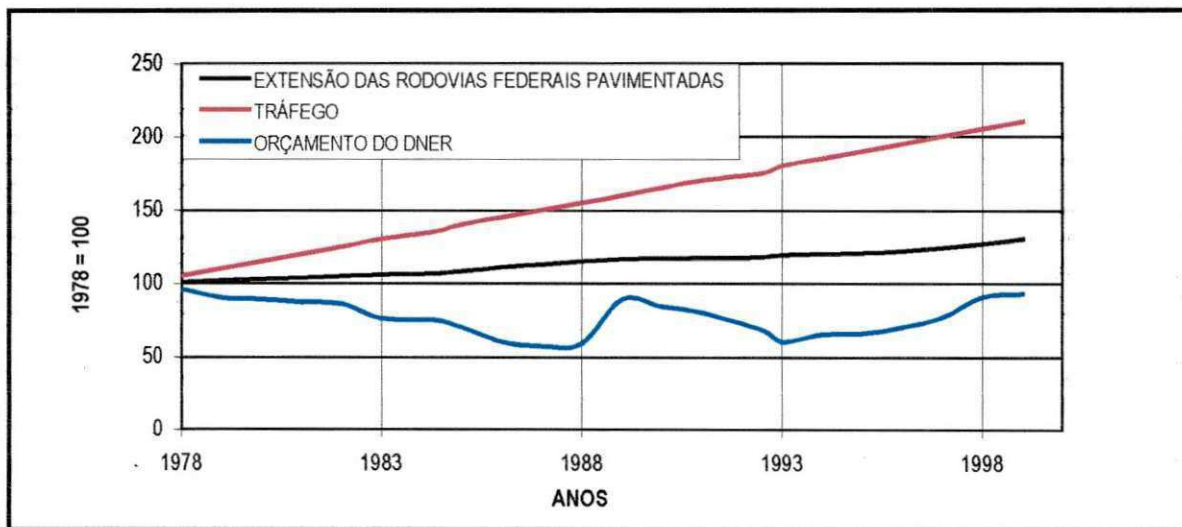
O setor rodoviário ainda será preponderante, por muitos anos, apesar da expectativa de modificação na distribuição do modal de transportes nos próximos anos, com a expansão da rede dutos (gasoduto Brasil-Bolívia), das hidrovias (sistema Tietê – Paraná e Hidrovia do rio Madeira, até Itacoatiara, no Amazonas) e da contribuição das ferrovias privatizadas, em que dois terços da movimentação de carga é representada pelo transporte do minério de ferro. O transporte rodoviário, segundo Touma (2000) envolve 350.000 caminhoneiros autônomos, 1200 empresas, outras 50 mil empresas tem sistema próprio de transporte de cargas e emprega 3,5 milhões de pessoas. 396 bilhões de toneladas por quilômetro são transportadas por todo o país. É responsável por 15% de toda energia consumida no país e por 26% do consumo de derivados de petróleo e participa em 3,4% do PIB. São cerca de 1,5 milhões de caminhões e 350.000 ônibus que consomem mais de 70 milhões de litros de óleo diesel por dia. O setor patronal de transporte de cargas está organizado em uma confederação nacional de transporte (CNT) que tem 26 confederações, 13 associações nacionais e 312 sindicatos filiados. Estes dados justificam o desenvolvimento de esforços para melhorar a eficiência energética no transporte, viabilizando projetos de conscientização, educação, treinamento; além do aperfeiçoamento de máquinas, equipamentos e veículos.



## 2.5 HISTÓRICO DOS INVESTIMENTOS ESTATAIS

A Figura 2.1 apresenta a evolução do orçamento do DNER, da extensão de rodovias federais pavimentadas e do crescimento do tráfego. A Figura 2.1 permite observar que, nos últimos 20 anos o volume médio diário de tráfego duplicou, a extensão da rede federal pavimentada cresceu 42% (Quadro 2.4), enquanto que o orçamento do DNER decresceu cerca de 36%.

A grande expansão da malha rodoviária terminou nos anos 80, depois de várias décadas de intenso investimento nas atividades de construção. O ritmo de crescimento da malha pavimentada nacional de 12% ao ano em média, entre 1956 e 1980, caiu para um nível inferior a 2% ao ano, no período 1980-1996, ficando abaixo das taxas nacionais de evolução da população e de produção econômica. Como consequência dessa queda de investimentos verifica-se a desestruturação e a precariedade da malha rodoviária nacional, que ainda apresenta graves deficiências de gestão. Por outro lado a frota nacional de veículos cresceu aproximadamente 50% durante a década de 90 fazendo com que a relação habitante/veículo decrescesse de 7,1 em 1991 para 5,2 no ano de 1998 (Quadro 2.5).



**Figura 2.1:** Evolução percentual da rede, Tráfego e Orçamento para a Rede Rodoviária Federal Pavimentada (DNER, 2000)

QUADRO 2.4		
EVOLUÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA		
ANO	EXTENSÃO	CRESCIMENTO
1970	24.146	-
1973	36.303	100
1974	38.156	105
1975	40.190	111
1976	41.760	115
1977	42.886	118
1983	43.357	119
1984	45.292	125
1985	46.455	128
1986	47.580	132
1987	48.544	134
1988	49.499	136
1989	50.162	138
1990	50.310	139
1992	50.831	140
1995	51.370	142
1997	53.435	147
1999	55.905	154

Fonte: (DNER, 2000)

Os órgãos rodoviários no Brasil vêm gradativamente mudando de executores para gestores do patrimônio construído nas décadas de anteriores. Tal tarefa inclui estudos que vêm sendo desenvolvidos pelos governos para a reforma institucional (administrativo, operacional, e organizacional de órgãos rodoviários), buscando-se definir novas atribuições pertinentes à nova realidade. Após montagem de grandes redes interurbanas e muitas outras obras de infra-estrutura de transportes, a falta de capacidade demonstrada pelos governos de produzir um sistema de gestão adequada ao setor de transportes, sobretudo a infra-estrutura rodoviária, coloca em risco investimentos futuros e até o patrimônio existente. Assim sendo, o estado brasileiro está passando de provedor a gestor numa trajetória mal resolvida. Os critérios de distribuição dos recursos públicos mudaram de orientação. Os governos se defrontam com uma série de problemas prioritários decorrentes dos efeitos sociais do crescimento desordenado da população. Isto obriga os governantes a tomarem decisão sobre a qualidade e quantidade dos serviços públicos, tais como: saúde, educação e justiça, a luta contra a

pobreza e delinqüência; proteção ao meio ambiente, geração de empregos, saneamento dentre outros. Entretanto, apesar do discurso, transferindo prioridades, nota-se problemas sociais cada vez maiores.

QUADRO 2.5						
FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS						
ANOS	1991	1994	1995	1996	1997	1998
ÍNDICES						
FROTA	20.615.779	24.145.968	26.609.232	26.448.148	28.893.441	30.939.466
POPULAÇÃO	146.825.475	-	153.725.670	157.070.163	159.636.413	161.790.311
RELAÇÃO HABITANTE/VEÍCULO						
BRASIL	7.1	-	5.8	5.9	5.5	5.2
EUA	-	1.3	1.2	1.3	-	-
CANADA	-	1.6	1.7	1.7	-	-
INGLATERRA	-	2.1	2.1	2.1	-	-
ESPANHA	-	2.4	2.3	2.2	-	-
CEI <sup>1</sup>	-	12.6	10.7	12.0	-	-
ARGENTINA	-	6.0	5.90	5.8	-	-
MÉXICO	-	7.5	7.50	7.9	-	-

Fonte: (ABDETRAN, 2000)

## 2.6 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA, SOBRECARGA E FISCALIZAÇÃO

A evolução das técnicas rodoviárias tem levado a mudanças nos métodos de avaliação e dimensionamento de pavimentos. Foram introduzidos novos materiais (asfalto-polímero, asfalto-borracha, geotêxteis, etc) novas misturas tais como: micro-revestimento, SMA (Stone Matrix Asphalt), novas técnicas incluindo a fresagem e reciclagem, novas configurações de veículos de carga (veículos combinados longos) novos tipos de suspensão (pneumática), novos tipos de eixo (tandem triplo), novos tipos de pneu e de rodagem. Adicionalmente deve ser lembrado que os volumes de tráfego atuais são muito superiores aos que vigoravam a época do desenvolvimento dos métodos empíricos de avaliação e dimensionamento.

<sup>1</sup> CEI – Central European Initiative, agrega países europeus ainda sem vinculação com a União Européia, contribuindo para o processo de aproximação ao mercado comum europeu.

A vida de serviço de um pavimento está diretamente relacionada à quantificação e controle das cargas impostas pelo tráfego. Mas essa não é uma tarefa fácil. Segundo Fernandes Júnior (1994), citando Terrel & Bell (1987) e Barros (1988), mesmo nos Estados Unidos, onde a coleta de dados e a fiscalização são práticas correntes e as punições para os delitos em geral são muito mais rigorosas que no Brasil, em torno de 20% de todos os veículos de carga que operam nas suas rodovias interestaduais apresentam excesso de carga por eixo. Estimava-se em 1984 que somente uma em 400 violações é detectada na maioria dos estados americanos e que os custos provocados por veículos sobrecarregados, somente no sistema interestadual dos Estados Unidos, são da ordem de um bilhão de dólares por ano.

Albano (1998) resumiu as principais informações sobre o efeito que a carga por eixo, a pressão de enchimento e o tipo de pneu provocam no desempenho dos pavimentos:

- A maior causa de defeitos em pavimentos é o excesso de carga por eixo;
- No Brasil os caminhões pesados trafegam com sobrecarga entre 10% e 30%;
- O aumento de pressão de inflação dos pneus devido às novas tecnologias é da ordem de 25%;
- A pressão de contato não é uniforme entre o pneu e o pavimento;
- A maior pressão de enchimento contribui para a deterioração do pavimento.

No Brasil onde o sistema rodoviário nacional se constitui no mais importante componente do setor de transporte no País, a fiscalização apresenta sérios problemas, que vão do número insuficiente de patrulheiros até carências materiais (combustível para as viaturas, equipamentos para averiguação dos veículos, etc) passando por um número irrisório de postos para controlar uma rede viária com extensão total de 1,6 milhões km, dos quais aproximadamente 10% são pavimentadas e uma frota de veículos da ordem de 31.000.000 unidades em 1998 segundo a ABDETRAN (2000). De acordo com dados da ANFAVEA a indústria automobilística brasileira produziu 1,3 milhões de unidades em 1999 e 1,6 milhões em 2000. Foram exportados 367 mil veículos em 2000 e 274 mil em 1999, enquanto que a importação trouxe para o Brasil 175 mil carros em 2000 e 179 mil em 1999, em sua maior parte vindos da Argentina.

## 2.7 DEGRADAÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA FEDERAL PAVIMENTADA

Segundo dados do DNER (2000), o estado geral de conservação das rodovias federais pavimentadas é de regular a péssimo (76%), ao passo que a parcela restante, que corresponde a 24%, encontra-se em estado de conservação variando de ótimo a bom.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT) vem realizando, desde 1995, avaliação do estado geral de conservação das principais rodovias federais brasileiras. Naquele ano foram percorridos 15.710 km de estradas, em 1996 cerca de 21.600, em 1997 foram pesquisadas 38.766 km, em 1999 a pesquisa rodoviária CNT avaliou 38.188km de rodovias federais e 4.627 pertencente à malha rodoviária estadual, totalizando 42.815 km pesquisados. Em 2000 foram avaliados 38.751 km de rodovias federais e 4.712 km de rodovias estaduais. Os resultados obtidos nas pesquisas 1997, 1999 e 2000 estão apresentados no Quadro 2.6.

QUADRO 2.6					
EVOLUÇÃO DO ESTADO GERAL DE CONSERVAÇÃO					
CONCEITO	ANOS			VARIAÇÕES	
	1997 (A)	1999 (B)	2000 (C)	(B-A)	(C-B)
ÓTIMO	0,7	2,8	1,7	2,1	(1,1)
BOM	7,2	19,7	18,1	12,5	(1,6)
DEFICIENTE	89,4	72,8	76,5	(16,6)	3,7
RUIM	2,2	4,1	3,5	1,9	(0,6)
PÉSSIMO	0,7	0,6	0,3	(0,1)	(0,3)

Fonte: (CNT, 2000)

O estado geral de conservação das rodovias pesquisadas em 1997 variava de péssimo a deficiente em 92,3%. Passou, em 1999, para 77,5% da sua extensão, representando uma pequena melhora da conservação das estradas.

Já em 2000, a pesquisa detectou que 80,3% da extensão avaliada se encontra com o estado geral de conservação variando de péssimo a deficiente. Neste sentido houve um acréscimo de cerca de três pontos percentuais em relação à pesquisa realizada em 1999, indicando um desgaste das rodovias. Por outro lado também em 2000, apenas 19,5 % da extensão pesquisada encontra-se em

estado de conservação variando de bom a ótimo. Neste resultado, comparado ao de 1999, observa-se uma queda de três pontos percentuais, confirmando um desgaste no estado geral de conservação da malha viária pesquisada.

## 2.8 AS AÇÕES DE GOVERNO

Para corrigir o desequilíbrio entre os recursos disponíveis e suas responsabilidades para com a rede rodoviária, o Governo Federal vem tendendo, progressivamente, a descentralizar para os estados as responsabilidades pelas rodovias de interesse local ou regional e a transferir responsabilidades por novos investimentos e pela operação e manutenção das rodovias de tráfego elevado para as concessionárias privadas, as quais cobririam seus custos através da cobrança de pedágio. Por outro lado, sendo inadiável a deflagração de programa intensivo de restauração da rede rodoviária existente, e diante da indispensabilidade de fundos do tesouro, viu-se o governo federal diante da necessidade de buscar recursos de financiamentos externos para essas obras de restauração. Foi montado, em 1999 um projeto no valor de US\$ 1 bilhão financiado pelo BIRD e BID <sup>2</sup> os quais, usados à contrapartida nacional de cerca de US\$ 250 milhões permitirão a restauração nos próximos dois anos de cerca de 14.000 km de rodovias federais, padronizadas segundo o DNER, de acordo com técnicas de gerência de pavimentos.

## 2.9 PROGRAMA BRASILEIRO DE CONCESSÕES

Os programas de concessões de rodovias em andamento no país, tanto o federal como os estaduais, referem-se a concessões de serviço público a iniciativa privada por um prazo determinado, de acordo com a lei das concessões (Lei nº 8.987/95) no final do qual as mesmas voltam a administração direta do Poder Concedente, que poderá relícitar ou não as concessões por um novo período, sem o pagamento de qualquer indenização as concessionárias. Portanto não se trata de privatização de rodovias.

Os Quadros 2.7 e 2.8 (Anexo 1) exibem dados do programa Brasileiro de concessões, onde destaca-se:

---

<sup>2</sup> BIRD – Banco Mundial  
BID – Banco Internacional de Desenvolvimento

- As extensões do programa administrado diretamente pelo DNER (8.269,53 km – dos quais 1.480 já em operação, 2.610,2 km em processo de licitação desde o ano passado e 4.179,1 a serem licitados em seqüência).

- As extensões dos programas estaduais baseados em rodovias federais delegadas (3.845,6km). Não estão incluídas nesse quadro as extensões de rodovias concedidas em programas estaduais não baseados em rodovias federais (São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, etc.).

- O programa brasileiro de concessões atende a 16.763,2 km (10% das rodovias pavimentadas do Brasil).

Em todo o mundo a concessão à iniciativa privada é um meio de desonerar o estado de gastos em infra-estrutura. É justo apenas que os usuários, e não todos os contribuintes, paguem pela utilização desses serviços. As concessões no setor rodoviário são muito problemáticas em todo o mundo. Na maioria dos países, são concedidas rodovias novas em que o concessionário arca com os custos de construção e com a concorrência da antiga via paralela gratuita. Esse não é o caso do Brasil, aqui se concedem rodovias existentes e em geral sem via de concorrente. Mesmo assim, os programas federais e estaduais se arrastam. O motivo é um só: não existe confiança na regulação do setor. Contratos já foram quebrados pelo governo Paranaense e Gaúcho.

Por último, vale lembrar que a grande maioria das rodovias pavimentadas não possui volume de tráfego suficiente para cobrança de pedágio, mas é fundamental para a ocupação territorial do país. Essas estradas continuam abandonadas. Para elas deve-se destinar os recursos atualmente despendidos pelo governo para investimentos em rodovias viáveis ao processo de concessão. Prevê-se, num estágio futuro, contemplar cerca de 5000km em concessões do tipo MOT (Mantain/Operate/Transfer).

## CONDICIONANTES DO TRÁFEGO

### 3.1 INTRODUÇÃO

Nas rodovias circulam veículos comerciais e de passageiros. Para o dimensionamento de pavimentos o tráfego comercial tem efeito preponderante, sendo fundamental a avaliação da ação do tráfego que irá atuar durante o período de projeto.

As cargas dos veículos são transmitidas ao pavimento através de pneumáticos. O desempenho dos pavimentos está relacionado a fatores como o tráfego e o método de dimensionamento utilizado. Dentre os fatores de tráfego capazes de afetar o desempenho dos pavimentos, destacam-se: a carga por eixo, tipo de eixo e espaçamento entre eixos.

Este capítulo apresenta as considerações e limitações no que se refere ao efeito tráfego no dimensionamento, recuperação e desempenho de pavimentos.

### 3.2 FATORES DE TRÁFEGO - CONSIDERAÇÕES E LIMITAÇÕES

Motta e Medina (1991) apresentando guia para dimensionamento de pavimentos, comentam que a avaliação e dimensionamento de pavimentos devem ser abertos a variações de estrutura e a novos materiais e consideram que a quantificação dos efeitos do tráfego continua a ser o "calcanhar de Aquiles dos métodos de dimensionamento". Devido a grande variedade de veículos e cargas por eixo, uma das maiores dificuldades no dimensionamento de pavimentos é a previsão da evolução do tráfego ao longo do tempo e a avaliação do poder de destruição, que exercem as várias cargas a diferentes níveis de repetição.



No dimensionamento de novos pavimentos ou no reforço de pavimentos existentes, é fundamental a avaliação do tráfego que irá atuar durante o período de projeto. O desempenho dos pavimentos está relacionado a fatores climáticos, materiais de pavimentação, técnicas construtivas, estratégias de manutenção e fundamentalmente do tráfego. Dentre os fatores capazes de afetar o desempenho dos pavimentos, destacam-se:

- carga por eixo;
- tipo de eixo;
- espaçamento entre eixos;
- distribuição da carga entre os eixos;
- tipo de pneu e de rodagem;
- distribuição lateral;
- velocidade;
- tipo de suspensão;
- tipo de veículo;
- peso bruto total combinado;
- pressão de enchimento e sua distribuição na superfície de contato.

### 3.2.1 CARGA POR EIXO

A carga por eixo é um dos fatores que mais afeta a deterioração dos pavimentos, existindo uma relação exponencial entre elas.

Segundo Gillespie e outros (1992) o dano causado pelas cargas por eixo pode ser avaliado sob carregamento estático. Os efeitos dinâmicos no desempenho dos pavimentos dependem da velocidade, irregularidade longitudinal e do sistema de suspensão. A análise sob carregamento estático não significa necessariamente que as cargas estejam paradas, mas se movem com intensidade constante igual ao valor da condição estática como se os veículos trafegassem sobre uma superfície perfeitamente lisa.

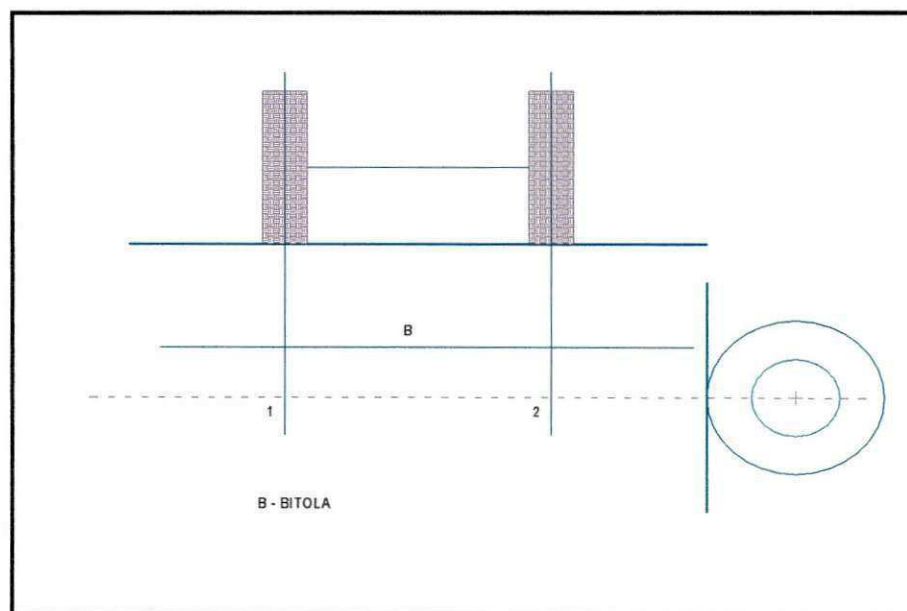
Em rodovias, onde as transgressões aos excessos de carga são freqüentes, se verifica o desgaste maior do veículo e redução da segurança na direção. O tráfego rodoviário é composto de

veículos de passageiro (carros de passeio) e veículos comerciais (caminhões e ônibus). Para a avaliação de pavimentos leva-se em conta o tráfego de veículos comerciais, uma vez que os automóveis têm pouco significado do ponto de vista do peso a ser transmitido ao pavimento.

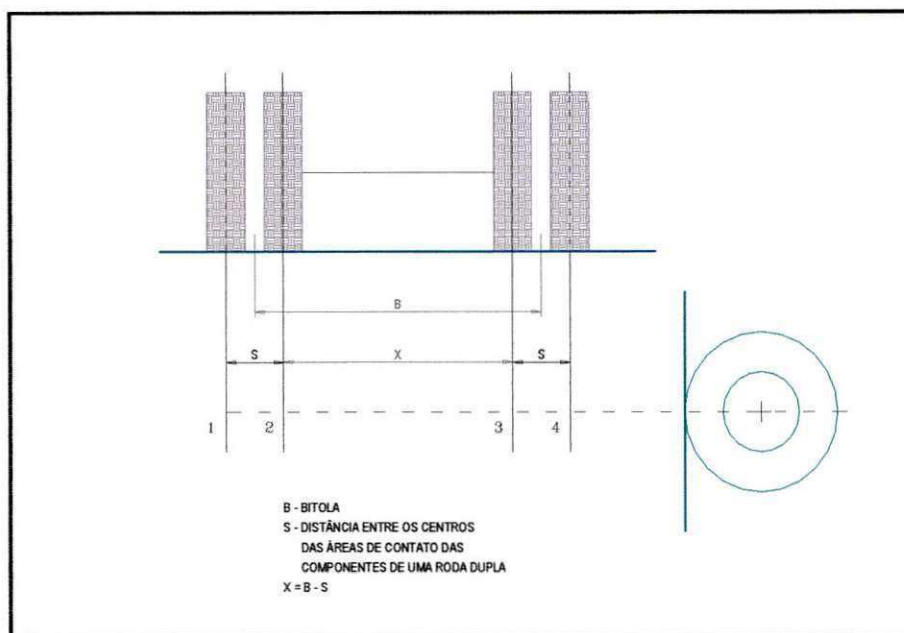
### 3.2.2 TIPO DE EIXO

As cargas dos veículos são transmitidas ao pavimento através das rodas dos pneumáticos, que podem ser simples ou duplas e que integram eixos simples ou tandem. No Brasil os quatro tipos de eixos principais que trafegam nas rodovias brasileiras são: eixo simples em rodas simples, eixo simples em rodas duplas, eixo tandem duplo e eixo tandem triplo com rodas duplas.

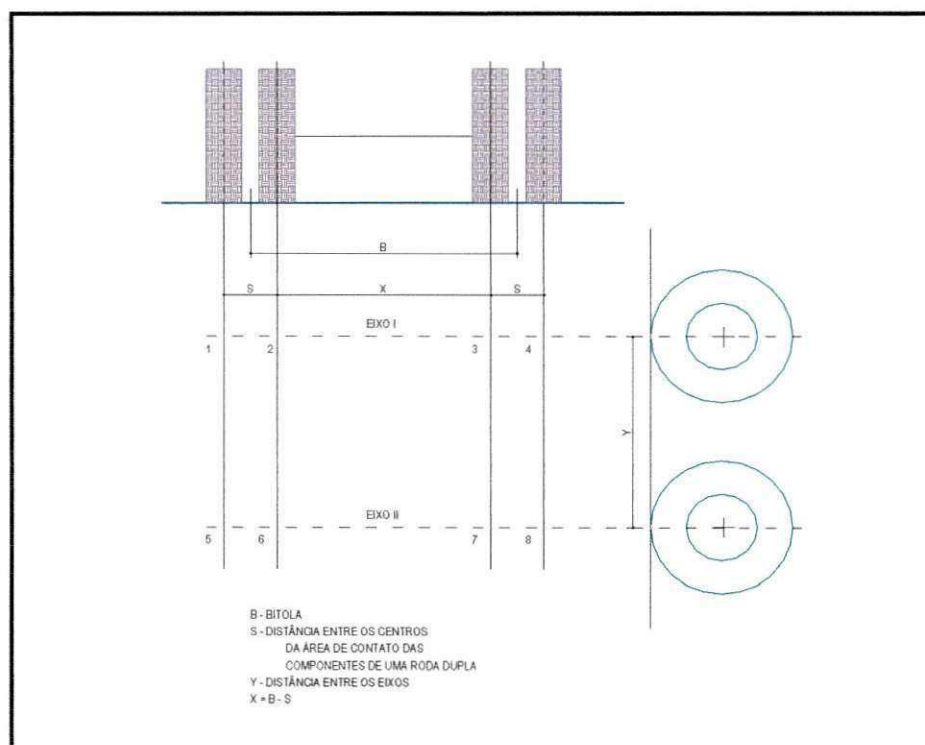
A geometria das quatro configurações de eixos normalmente utilizados pelos veículos que trafegam nas rodovias brasileiras (eixo simples de roda simples, eixo simples de rodas duplas, eixo-tandem duplo de rodas duplas, eixo tandem-triplo de rodas duplas) são apresentados nas Figuras 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4. Nestas Figuras as distâncias típicas entre os centros das rodas B para as diversas configurações de eixo podem ser vistas no Quadro 3.1.



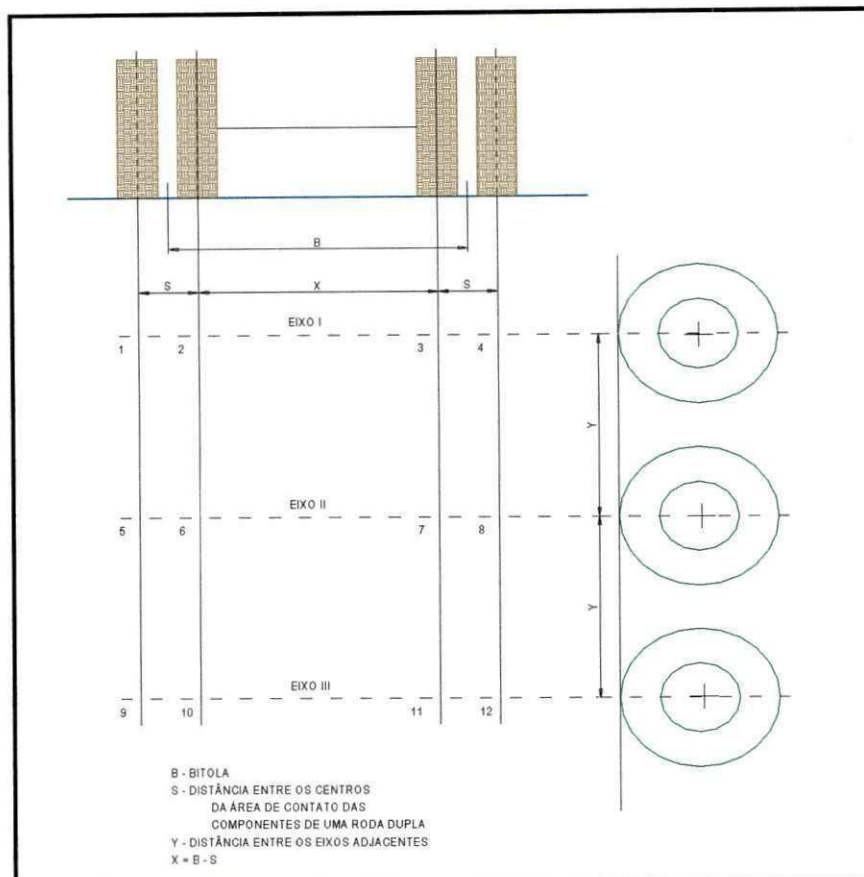
**Figura 3.1:** Geometria de um Eixo Simples de Rodas Simples  
(Pereira, 1985)



**Figura 3.2:** Geometria de um Eixo Simples de Rodas Duplas  
(Pereira, 1985)



**Figura 3.3:** Geometria de um eixo – Tandem Duplo de Rodas Duplas  
(Pereira, 1985)



**Figura 3.4:** Geometria de um Eixo Tandem Triplo de Rodas Duplas  
 (Pereira, 1985)

QUADRO 3.1			
CARACTERÍSTICAS DE VEÍCULOS			
CARACTERÍSTICAS DOS VEÍCULOS	GAMA DE CARGAS (tf)	LARGURA MÉDIA DO PNEU (cm)	ESPAÇAMENTO MÉDIO DAS RODAS (B) (m)
EIXO SIMPLES, RODA SIMPLES	0 a 2,3	19	1,57
	2,3 a 4,5	24	1,83
EIXO SIMPLES, RODAS DUPLAS	0 a 4,5	23	1,78
	4,5 a 9,1	24	1,83
	9,1 a 13,6	27	1,83
EIXO TANDEM, RODAS SIMPLES	0 a 4,5	19	1,83
		25	1,93
EIXO TANDEM DUPLO	4,5 a 6,8	19	1,71
	6,8 a 9,1	28	1,83
	9,1 a 22,7	31	1,83

Fonte: (Medina, 1988)

A carga por eixo, tanto simples como tandem é a carga total transmitida a um pavimento por um eixo simples ou tandem. As cargas para as diversas configurações de eixo são regulamentadas pelo novo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), intituido através da lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, e que entrou em vigor em 22 de janeiro de 1998, após transcorridos 120 dias de sua publicação no Diário Oficial da União. Entre as resoluções aprovadas destacam-se:

1. resolução nº 12 de 6 de fevereiro de 1998, estabelece limites de peso e dimensões para veículos que transitam por vias terrestres;
2. resolução nº 62 de 21 de maio de 1998, regulamenta o uso de pneus extralargos em eixos tandem de semi-reboques e reboques dotados de suspensão pneumática, e;
3. resolução nº 104 de 21 de dezembro de 1999, regulamenta novos procedimentos para a tolerância de peso bruto de veículo.

A legislação considera os seguintes conceitos e limites:

Peso Bruto Total (PBT) - é o peso máximo que o veículo pode transmitir ao pavimento, considerando a tara mais a lotação.

Peso Bruto Total Combinado (PBTC) - é o peso máximo que pode ser transmitido ao pavimento pela combinação de um caminhão trator mais seu semi-reboque ou de caminhão trator mais seu reboque;

Tara - peso próprio do veículo, acrescido dos pesos da carroceria e equipamento, do combustível, das ferramentas e acessórios, da roda sobressalente, do extintor de incêndio e do fluido de arrefecimento, expresso em quilogramas.

- são considerados eixos tandem dois ou mais eixos que constituam um conjunto integral de suspensão, podendo ou não qualquer deles ser motriz.

- a partir de 10/08/99 ficou estabelecida a tolerância máxima de 7,5% sobre o peso bruto total transmitido por eixos de veículos à superfície das vias públicas. Os limites de carga segundo as leis nº 7408 e nº 9503 se encontram no Quadro 3.2.

- a distância entre dois planos verticais que contenham os centros das rodas do eixo tandem duplo deve ser superior a 1,20m e inferior ou igual a 2,40m;

- os limites máximos de carga por eixo tandem equipado com pneu extralargo são de 170kN e 255kN, respectivamente para eixos em tandem duplo e triplo.

Nenhum veículo ou combinação de veículos poderá transitar com PBT ou PBTC superior ao fixado pelo fabricante, nem ultrapassar a capacidade máxima de tração da unidade tratora.

As demais resoluções regulamentadas pelo CONTRAN não apresentam alterações importantes nos limites existentes. As novidades apresentadas referem-se a hierarquização das infrações, elevação no valor das multas e definição de penalidades. Entretanto, o controle de peso por eixo e peso total dos veículos não são fiscalizados adequadamente, em razão do esvaziamento do DNER e DER's e da falta de uma cultura de preservação do patrimônio rodoviário.

QUADRO 3.2		
CARGA MÁXIMA LEGAL SEGUNDO		
A LEI Nº 7408 DE 1985 E LEI Nº 9503 DE 1997		
TIPO DE EIXO	CARGA MÁXIMA (kgf)	
	Lei 7408	Lei de 1997
EIXO SIMPLES, RODA SIMPLES (ESRS)	6	6,45
EIXO SIMPLES, RODAS DUPLAS (ESRD)	10	10,75
EIXO TANDEM DUPLO (ETD)	17	18,275
EIXO TANDEM TRIPLO (ETT)	25,5	27,412
PESO BRUTO TOTAL (PBT)	45	48,375

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (CTB)

O Quadro 3.3 apresenta uma comparação entre os limites legais de carga autorizados no Brasil, EUA, Europa e da América do Sul.

QUADRO 3.3							
COMPARAÇÃO ENTRE OS LIMITES LEGAIS DE CARGA							
SITUAÇÃO	CARGA MÁXIMA (kN)						
	BRASIL	EUA *	EUROPA**	ARGENTINA	CHILE	PARAGUAI	URUGUAI
E.S.R.S	60	-	100	62	70	50	50
E.S.R.D	100	89	100	106	110	100	100
E.T.D	170	151,3	160	180	180	170	160
E.T.T	255	186,9	240	250	250	266	220
PBT	450	356	440	450	450	400	329
* limites praticados na maioria dos estados							
** limites praticados na maioria dos países							

Fonte: (Albano, 1998 e IPR, 1999)

À época da AASHO Road Test, não se utilizava o eixo tandem triplo. E em muitos países a carga desses eixos é limitada a mesma carga do eixo tandem duplo. Esse tipo de eixo é utilizado cada vez mais no Brasil com carga por eixo muito acima do limite legal estabelecido para o tandem duplo (Fernandes Júnior, 1994).

As suspensões dos eixos tandem (duplo ou triplo) são projetadas para distribuir a carga estática igualmente entre os eixos do grupo; porém dificilmente, na prática, recebem parcelas iguais do carregamento. O problema é mais sério para os eixos em tandem triplo que possuem dois eixos fixos e um passível de ser levantado, ou seja, em geral são tandem duplo modificados com um eixo retrátil a frente ou atrás do eixo tandem. Em geral o eixo menos carregado suporta 40 a 60% da carga suportada pelo eixo mais carregado. Para caracterizar a eficiência dos sistemas de suspensão definiu-se o COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS (LSC) que é o coeficiente entre a carga por eixo medida e a carga estática total dividida pelo número de eixo do grupo.

Em razão do crescimento exponencial da deterioração dos pavimentos com o acréscimo das cargas por eixo, quanto pior a distribuição de carga em um tandem, maior a deterioração, pois a redução de deterioração de um eixo menos carregado não é suficiente para compensar o acréscimo causado pelo eixo mais carregado. Por exemplo, LSC maior que 1,10 implica em acréscimos nos FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA (FEC) superiores a 5%.

Os eixos em tandem apresentam diferentes espaçamentos variando entre 91,4cm a 152,4cm, sendo 127cm o mais utilizado. Mas, apesar da influência do espaçamento entre eixos, os métodos da AASHTO e DNER, para cálculo dos FEC tratam todas as configurações em tandem da mesma maneira, o que pode acarretar erros significativos.

Quando de análises estáticas não há maiores problemas em se ignorar os espaçamentos entre eixos, porque não chega a haver superposição significativa de efeitos. Entretanto, quando se leva em consideração a velocidade, o espaçamento pode afetar as respostas estruturais do pavimento. Os picos de deflexões superficiais, por exemplo, aumentam significativamente com o aumento da velocidade, porque o tempo de recuperação estrutural entre as passagens dos eixos diminui.

A equação de deterioração do Método AASHTO reconhece implicitamente, que eixos colocados próximos causam menos dano que eixos colocados a uma maior distância. O dano causado por um tandem duplo (FEC = 1,40) é menor que o dano causado por duas passagens de um eixo simples (FEC = 2,0).

### 3.2.3 TIPO DE PNEU

Os pneus controlam os veículos por meio das forças que se desenvolvem na interface pneu-pavimento e compõem as seguintes funções:

- suportam as cargas que atuam nos eixos;
- distribuem as cargas verticais;
- fazem parte do sistema de suspensão;
- transmitem forças horizontais aos pavimentos para auxiliar na tração, frenagem e mudança de trajetória.

Sob o ponto de vista do usuário os pneus representam o segundo item mais importante dos custos de operação dos veículos rodoviários de carga, superado apenas pelos gastos com combustível. Em se tratando de pavimento, a importância do tipo de pneu para as análises de desempenho dos pavimentos está associada à pressão de enchimento que ele pode suportar e a distribuição da pressão na superfície de contato pneu-pavimento. Em termos de deterioração dos pavimentos, existe uma desvantagem dos pneus radiais em relação aos diagonais devido ao fato que



os pneus radiais reduzem as variações laterais da trajetória das rodas, em razão da melhor estabilidade, dirigibilidade e controle, fazendo com que as solicitações repetidas se concentrem numa faixa mais estreita da superfície de rolamento.

Dois tipos de pneus são utilizados: o diagonal e o radial. Os pneus diagonais utilizados desde o início da indústria automotiva, vem sendo substituídos pelos pneus radiais, capazes de suportar cargas maiores e maiores pressões de enchimento, além do menor desgaste, maior durabilidade, maior economia de combustível, melhor dirigibilidade e controle com um custo maior de aquisição.

### 3.2.4 TIPO DE RODAGEM

Os tipos de rodagem utilizados em veículos rodoviários de carga são:

- rodas simples com pneus convencionais (diagonais/radiais);
- rodas duplas com pneus convencionais;
- rodas simples com pneus extra-largos.

As rodas duplas surgiram desde o início do século em virtude da menor capacidade de carga das rodas simples.

Posteriormente, na década de 70, surgiram os pneus extralargos como opção às rodas duplas oferecendo vantagens diante dos demais em termos de redução da tara e dos custos operacionais, quando equipados em suspensão pneumática.

Inicialmente os pneus extralargos foram liberados para uso na Europa Ocidental sem que houvesse estudos comparando o poder destrutivo destes em relação às rodas duplas. Entretanto, estudos teóricos desenvolvidos posteriormente e evidências práticas mostraram ser esse pneu mais prejudicial aos pavimentos. Mas, dada a estrutura legal já estabelecida, tem sido crescente a adoção de pneus extralargos no mercado europeu. Diante disso, os estados americanos visando preservar as sobrecargas e conseqüente deterioração precoce, passaram a regulamentar a carga por roda em função da largura do pneu, fazendo com que a utilização dos pneus extralargos ficasse restrita

praticamente aos eixos direcionais de veículos curtos, que apresentassem dificuldades para atender aos limites legais de carga no eixo dianteiro.

### 3.2.5 PESO BRUTO TOTAL

O que causa a deterioração do pavimento é a carga por eixo, não havendo relação direta entre o peso bruto total combinado, desde que distribuído corretamente, e o desempenho do pavimento. Os métodos de dimensionamento de pavimentos e as normas que regulamentam o transporte rodoviário no Brasil consideram os efeitos do tráfego apenas em termos de peso bruto total combinado, cargas por eixo e tipo de eixo. Sabe-se também que veículos pesados nem sempre são danosos aos pavimentos, desde que a carga total seja distribuída por um número suficiente de eixos.

### 3.2.6 PRESSÃO DE ENCHIMENTO DOS PNEUS

Segundo Albano (1998) durante a AASHO Road Test as pressões dos pneus variaram entre 528 e 563kPa (75 a 80psi). Posteriormente com os pneus radiais as pressões aumentaram para 703 e 708kPa (100 e 105psi). Os pneus extralargos trafegam com pressão de 985kPa (140psi).

No Brasil apesar das escassas informações sobre pneus, Albano (1998) analisando resultados obtidos em medição de pressão de inflação de pneus em amostras de veículos na região da serra gaúcha, verificou pressões médias de enchimento entre 655kPa (95psi) e 717kPa (104psi) obtidas em pneus dianteiros e não dianteiros, respectivamente. Segundo o pesquisador, esses valores encontrados enquadraram-se na ordem de grandeza das pressões medidas em pesquisas similares nos EUA, constatando, assim, a elevação da pressão média dos pneus em relação àquela praticada na década de 60 que oscilava em torno de 563kPa (80psi).

Estudos tem demonstrado que pressão de enchimento acima de 100psi influi no desempenho dos pavimentos, por que para uma mesma carga aplicada quanto maior a pressão, menor a área de contato, o que aumenta significativamente os esforços atuantes, particularmente no revestimento asfáltico, além do que o aumento de pressão aumenta a rigidez dos pneus e conseqüentemente os esforços dinâmicos.

Os fabricantes de pneus fornecem tabelas com o valor da pressão recomendado em função da carga atuante por roda simples e dupla e para cada tamanho de pneumático. A pressão recomendada para pneus de lonas indicadas para cargas máximas de rodado simples e duplo pode ser vista no Quadro 3.4, Souza (1980).

QUADRO 3.4			
CARGAS MÁXIMAS E PRESSÕES DE ENCHIMENTO			
TIPO DE PNEU	NÚMERO DE LONAS	CARGA MÁXIMA kN (kgf)	PRESSÃO kPa (psi)
9.00 x 20	10	18,00 (1.800)	482 (70)
9.00 x 20	12	20,35 (2.035)	586 (85)
10.00 x 20	12	20,80 (2.080)	517 (75)
10.00 x 20	14	23,70 (2.370)	620 (90)
10.00 x 22	12	22,15 (2.215)	517 (75)
10.00 x 22	14	23,80 (2.380)	586 (85)

Fonte: (Souza, 1980)

- PNEUS QUE TRAFEGAM COM PRESSÃO ACIMA DA RECOMENDADA PELO FABRICANTE:

- não absorvem os impactos adequadamente, comprometendo o sistema de suspensão;
- diminui a resistência ao rolamento, e conseqüentemente reduz o consumo de combustível;
- provoca desgaste acentuado e irregular nos pneus;
- reduz a possibilidade de recauchutagem;
- aumenta os esforços atuantes no revestimento asfáltico;
- causa deformação permanente prematura acentuada na camada asfáltica.

- PNEUS QUE TRAFEGAM COM PRESSÃO ABAIXO DA MÉDIA RECOMENDADA PELO FABRICANTE:

- aumentam a resistência ao rolamento e conseqüentemente o consumo de combustível;
- produz flexão acentuada no pneu e aquecimento que podem resultar no estouro do pneu;
- no caso de rodas duplas, diferentes pressões de enchimento resultam em distribuição desigual de cargas.

De um modo geral a pressão de enchimento e a distribuição da pressão de contato pneu-pavimento afetam as respostas estruturais próximas a superfície do pavimento e conseqüentemente, as trincas por fadiga e deformação permanente que ocorrem no revestimento (Fernandes Júnior, 1994)

O acréscimo na pressão de pneus verificada nos últimos anos levam a acreditar que os FEC da AASHO e do USACE, podem estar ultrapassados. Além do que os métodos de dosagem (MARSHAL e HVEEM) podem estar obsoletos.

Em rodovias não pavimentadas recomenda-se pressão de enchimento mais baixa:

- i. Não há acréscimo sensível no consumo de combustível;
- ii. Desgaste dos pneus reduzido;
- iii. Menor deterioração nas rodovias;
- iv. Melhor conforto e dirigibilidade;
- v. Diminuição dos impactos sobre o caminhão e as cargas.

A regulamentação da pressão é necessária para estabelecer limites legais para carga por eixo em função da pressão de enchimento, e do ponto de vista de engenharia melhorar os critérios de dosagem para as misturas asfálticas, uso de modelos estruturais mais adequados e melhores estratégias de manutenção e restauração.

Recentemente, os fabricantes de pneus passaram a produzir pneus capazes de operar pressões de enchimento mais elevadas visando diminuir a resistência ao rolamento e economizar combustível (entretanto reduz a vida útil do pavimento) e transportar mais carga por viagem.

### **3.2.7 DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO DE CONTATO**

A pressão de contato pneu-pavimento tem sido considerada nos métodos de dimensionamento como sendo circular, por simplificação. Porém a pressão de contato pneu-pavimento não é uniforme nem atua sobre uma superfície circular. Ao contrário, para pneus novos com pressão de enchimento de carga máxima recomendada, distribui-se irregularmente sobre uma superfície

aproximadamente elíptica. Para pneus usados com cargas além da máxima recomendada, a área de contato é aproximadamente retangular (Medina, 1997).

A área de contato em geral é avaliada por:

$$A = \frac{P}{p} \quad (3.1)$$

Onde:

P - carga por roda.

p - pressão de inflação.

Estudos realizados por Allbernaz (1997), mostram que os frisos (ranhuras) das rodas reduzem a área de contato pneu-pavimento e conseqüentemente aumentam a pressão de contato. Os seus estudos mostram também que a relação entre a carga aplicada ao eixo e a pressão de contato pneu-pavimento não é linear.

Medina (1997) cita o estudo experimental de correlação de q e p para pneus realizados por Vuuren (1974). De acordo com os resultados obtidos, Vuuren (1974) recomenda uma média para todos os pneus estudados dada por:

$$q = 0,61p + 1,45 \quad \text{para } p \text{ em kgf cm}^2 \quad (3.2)$$

A pressão de contato pneu-pavimento se modifica pelo aquecimento e efeitos dinâmicos. Entretanto, a análise de tensões e deformações permite considerar a pressão de contato (q) igual à pressão de inflação do pneu (p).

Na realidade a pressão de contato do pneu (q) pode ser superior ou inferior a pressão de inflação (p), conforme o tipo de pneu, a carga que o pneu recebe e transmite, como também da pressão do ar na câmara.

É importante lembrar a influência da pressão de contato pneu-pavimento no início e na propagação de defeitos no pavimento. Embora existam poucos estudos relativos ao assunto, Himeno (1997), realizou pesquisas relativas a pressão de contato com auxílio de um dispositivo elétrico. Foram realizadas medidas para diferentes tipos de veículos, e para cada veículo considerado variou-se o peso, a pressão do pneu e a velocidade. Um dos resultados importantes obtidos foi que a distribuição de pressão não é uniforme e nem elíptica, e depende do tipo de pneu e de eixo. A relação entre a distribuição média de pressão e a carga da roda é independente da pressão do ar no pneu e a velocidade do veículo.

Os métodos tradicionais de dimensionamento de pavimento (AASHTO e DNER) adotaram hipóteses simplificadoras que desprezam o conhecimento da pressão de contato pneu-pavimento, devido as dificuldades para a sua medição ou cálculo teórico, estas hipóteses fizeram com que as solicitações de tráfego fossem caracterizadas pela carga por eixo.

Burmister (1943) entre outros desenvolveu trabalhos sobre a teoria das camadas elásticas, modelando as cargas aplicadas pelos pneus como uma superfície de carregamento circular, com pressão uniforme igual a pressão de enchimento dos pneus. A teoria utilizada para explicar a distribuição da pressão de contato pneu-pavimento é a TEORIA DAS MEMBRANAS, segundo a qual uma estrutura sem rigidez a flexão, ao ser inflada e colocada em contato com uma superfície plana, produz uma pressão de contato circular, uniformemente distribuída e igual a sua pressão de enchimento.

Como os pneus, ao contrário das membranas, possuem elevada rigidez, a distribuição da pressão de contato não é igual à pressão de enchimento nem tão pouco se distribui uniformemente sobre uma superfície circular. Na realidade, a forma e magnitude da pressão de contato pneu-pavimento dependem:

- dos frisos de pneus;
- do desgaste da banda de rodagem;
- da carga por eixo;
- da pressão de enchimento;
- do tipo e estado do pneu;

- da velocidade;
- do atrito pneu-pavimento.

### 3.2.8 VARIAÇÃO LATERAL DA TRAJETÓRIA DAS RODAS

No Brasil, devido as condições gerais de solo e clima, a principal causa de ruptura dos pavimentos é a fadiga, embora os métodos de dimensionamento empregados até hoje procurem proteger o subleito e camadas do pavimento contra a ruptura por cisalhamento e as grandes deformações permanentes (Motta, 1991).

Nos pavimentos, não só as cargas têm influência, devido ao efeito de fadiga a que está sujeito, a velocidade de circulação dos veículos, a repetição de carga, e a posição que estes assumem nas faixas de tráfego podem levar a ruptura do pavimento, provocar o acúmulo de deformações plásticas ou a degradação dos materiais que constituem o pavimento. A aplicação das cargas rodoviárias é de curta duração. O comportamento do pavimento é diferenciado quando submetido a cargas estáticas e transientes. Quanto maior a velocidade de circulação do veículo, menor o tempo de aplicação da carga, menor as tensões transmitidas ao pavimento, maiores os módulos de deformabilidade e conseqüentemente menores serão as deformações. Nos trechos onde a velocidade do veículo é reduzida, verifica-se uma maior degradação do pavimento. Estes efeitos começam a se estabilizar com velocidades a partir de 60km/h (Souza, 1976).

Se todos veículos passassem numa mesma trajetória, eles induziriam deterioração nos mesmos pontos a cada passada. Porém, os veículos não passam sempre sobre os mesmos pontos, havendo variação lateral em suas trajetórias, fazendo com que haja também uma distribuição da deterioração numa área maior, ou seja, a distribuição lateral da trajetória dos veículos diminui a taxa de deterioração dos pavimentos por não concentrar os pontos de aplicação de carga; explicando, em parte, a necessidade dos fatores de conversão (shift factor) para traduzir os resultados dos ensaios de fadiga realizados em laboratórios com previsão da vida de serviço do pavimento em campo, cujos valores variaram de  $10^2$  a  $10^4$  (Pinto, 1991).

Os conceitos de cobertura e operação estão associados à maneira com que as rodas dos veículos incidem na seção transversal de uma faixa de rolamento. Segundo Medina (1997) realiza-se

uma cobertura do pavimento pelo tráfego, quando todos os pontos da seção transversal de uma faixa de tráfego tiverem sido solicitados pelas rodas pelo menos uma vez e operação é número de passagens do eixo para realizar uma cobertura.

Nos pavimentos com alguns anos de uso, verifica-se o desgaste acentuado ou o pequeno afundamento nos revestimentos asfálticos.

Devido a distribuição lateral do tráfego, a um determinado número de operações corresponde um número inferior de coberturas (passagem da carga considerada sobre um mesmo ponto da estrutura em análise). É de maior interesse o número de coberturas. Pereira (1985) indica uma relação entre operações e coberturas em torno de 2,25, ou seja, a cada 9 operações apenas 4 incidem aproximadamente sobre o mesmo ponto.

LEE, SHANKAR e IZADMEHR (1983) apontam a partir de levantamento de campo que metade das operações ocorrem numa determinada trajetória, enquanto que outra metade incide numa trajetória afastada de aproximadamente 30cm.

O fator de equivalência de operações entre eixos foi definido a partir dos conceitos de operação e cobertura. No dimensionamento de pavimentos que leva em conta o número de repetições é substituído pelo número de coberturas, embutido nos fatores de equivalência, e admitidos a época do estabelecimento destes fatores, portanto não sendo possível modificá-los a cada caso ou época.

No Brasil a maioria dos pavimentos executados foi dimensionada de acordo com o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNER. O método foi elaborado pelo engenheiro Murillo Lopes de Souza no início da década de 60. É uma adaptação para rodovias do método do USACE de aeroportos e que utiliza o ensaio de CBR (*California Bearing Ratio*) e neste caso, há um implícito valor de cobertura, explicado em Pereira (1985) e Medina (1997).

### **3.3 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO - CBR**

O ensaio de CBR foi desenvolvido por O. J. Portter engenheiro do Department of Transportation (DOT) Califórnia em 1929 para avaliar a capacidade de suporte relativa dos subleitos,



comparada à de uma brita. O ensaio consiste na penetração de um pistão de diâmetro de 4,96cm (1,95pol), área de seção transversal de 19,4cm<sup>2</sup> (3pol<sup>2</sup>), numa amostra compactada de solo à razão de 0,127cm/min (0,05pol/min) até 1,27cm (0,5pol). O valor de CBR é expresso por:

$$\text{CBR} = \frac{P_{0.25}}{70} * 100 \quad (3.4)$$

ou,

$$\text{CBR} = \frac{P_{0.50}}{100} * 100 \quad (3.5)$$

Onde:

$P_{0.25,0.5}$  - pressão que produz uma penetração de 0,25 e 0,50cm.

70 e 100 - Pressões que produzem a mesma penetração na brita de referência.

As amostras compactadas são embebidas na água por 4 (quatro) dias, tendo à superfície uma sobrecarga enquanto se mede a expansão. A sobrecarga representa o peso da camada sobreposta ao material que se ensaia. A Figura 3.5 mostra vários gráficos de penetração e a curva da brita de referência.

Em 1942 O.J. Portter estabeleceu curvas de projeto para o dimensionamento de pavimentos flexíveis. Estas curvas foram obtidas por correlação experimental comparando o comportamento de pavimentos com diversas espessuras sobre subleitos de CBR conhecido. As curvas de dimensionamento estabelecidas por Portter referem-se, a volume de tráfego leve e pesado.

Durante a segunda guerra mundial (início da década de 40), o Corpo de Engenheiros do Exército Americano utilizou este método como base para desenvolver curvas de dimensionamento de pistas de aeroportos. Para tal foram feitas extrapolações da carga de 9000 libras (40kN), para cargas de 25000lb (111,2kN) a 70000lb (311,6kN), com base na tensão cisalhante segundo a teoria da elasticidade de meio semi-infinito elástico, homogêneo e isotrópico. Posteriormente estas curvas passaram a ser utilizadas no meio rodoviário para o dimensionamento de pavimentos flexíveis de rodovias.

O procedimento adotado para a extrapolação admitiu que a curva A de Portter era representativa de uma carga de roda simples de 12.000lbs com área de contato de 60lb/pol<sup>2</sup>. Com este perfil de carregamento, foram calculadas de acordo com a teoria de Bussinesq, as tensões máximas de cisalhamento  $\tau_{\text{máx}}$  impostas pelo carregamento considerado a várias profundidades, num semi-espaço elástico infinito.

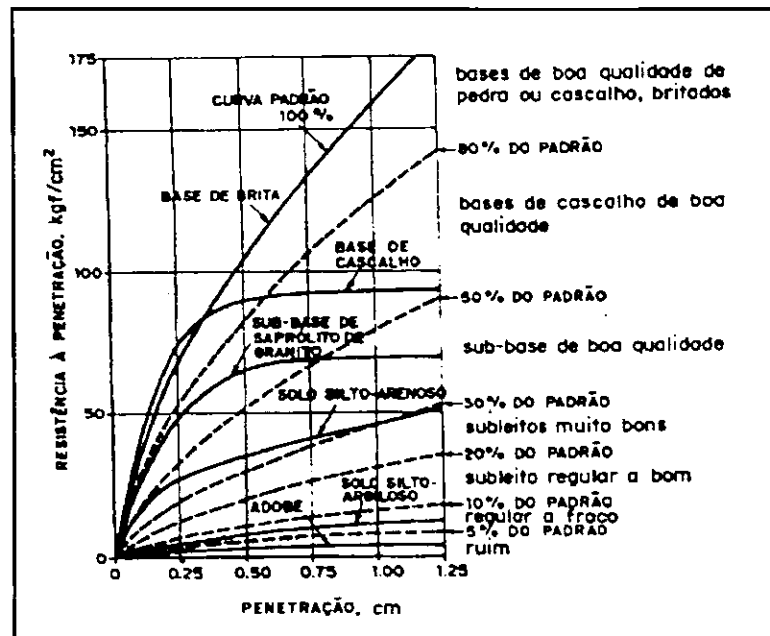


Figura 3.5: Curvas de Ensaio de Penetração para a determinação do CBR  
(amostras compactadas e embebidas)  
(Medina,1997)

Associando o CBR, correspondente a cada profundidade pela curva de projeto, com a tensão cisalhante  $\tau$  calculada, chega-se a correlação entre CBR e  $\tau$  permissível para a curva de 12.000lbs. A Figura 3.6 mostra a curva de extrapolação de Portter. Calculando-se as tensões cisalhantes para 25.000, 40.000 e 70.000lbs, pode-se traçar as curvas  $\tau_{\text{máx}}$  x profundidade para cada uma das cargas.

Com correlação obtida entre CBR e  $\tau_{\text{máx}}$  obtida para a carga (P) de 9.000lbs obtém-se os valores de CBR compatíveis com as tensões calculadas para cada carga considerada, assegurando assim que a tensão cisalhante não ultrapasse o valor indicado pela experiência em pavimentos nos EUA.

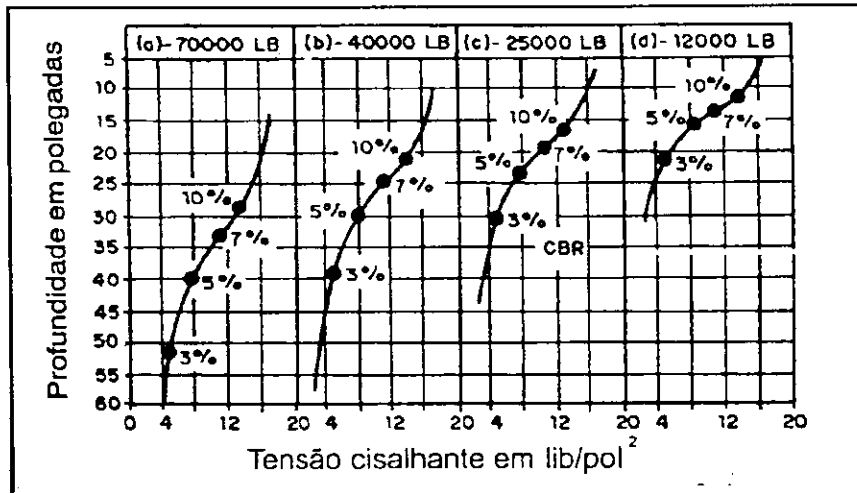


Figura 3.6: Extrapolação das Curvas de Porter  
(Medina, 1997)

### 3.3.1 EXPRESSÃO MATEMÁTICA DAS CURVAS EMPÍRICAS DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Admitindo-se o CBR como índice de resistência dos solos ao puncionamento, pode-se relacioná-lo a tensão vertical ( $\sigma_z$ ) transmitida a várias profundidades  $z$ . Para um carregamento de área circular de raio ( $a$ ), tem-se pela teoria da elasticidade a equação de Bussinesq:

$$\sigma_z = p \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left[1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right]^{3/2}} \right] \quad (3.6)$$

Onde:

$p$  – é a pressão de contato;

Na Figura 3.7, tem-se duas configurações de carregamento homólogas de mesmo  $p$ . Na Figura a notação utilizada é a seguinte:

$a$  e  $a'$  - raios dos carregamentos;

A e A' – pontos onde atuam  $\sigma_A$  e  $\sigma_{A'}$ ;

$\sigma_A$  e  $\sigma_{A'}$  - tensões atuantes.

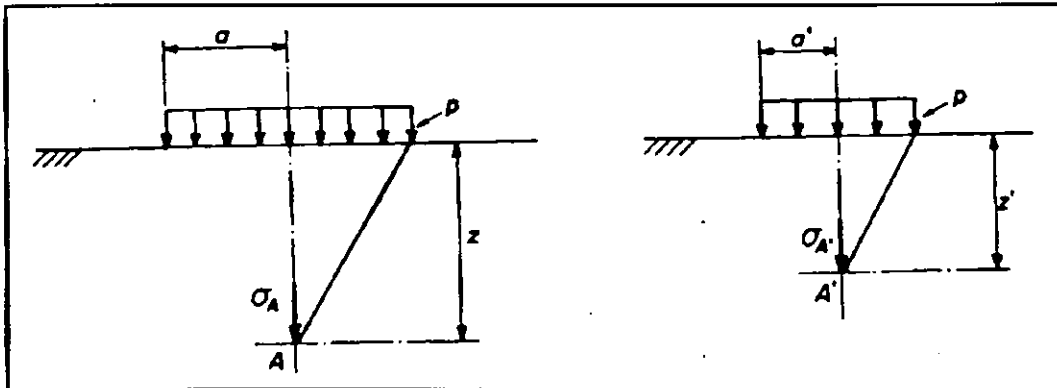


Figura 3.7: Carregamentos Homólogos de mesmo p

(Medina, 1997)

Para um mesmo p:

$$\frac{z}{a} = \frac{z'}{a'} = C \quad (3.7)$$

Logo, observando a equação (3.7) verifica-se que as tensões verticais em A e A' são iguais:

$$\sigma_{zA} = \sigma_{zA'} \quad (3.8)$$

É razoável admitir que a resistência necessária e, portanto o CBR requerido seja o mesmo para profundidades em que as tensões sejam idênticas. Portanto, pode-se considerar, para um dado CBR e dado p, a espessura da camada protetora (h) seja tal que:

$$\frac{h}{a} = C, \quad (3.9)$$

ou seja: a relação  $\frac{z}{a}$  = constante. Para um carregamento circular tem-se:

$$P = \rho \pi a^2 \rightarrow a = \sqrt{P} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho \pi}} \quad (3.10)$$

daí:

$$z = h = \frac{C}{\sqrt{\rho\pi}} \sqrt{P} = k\sqrt{P} \rightarrow h = k\sqrt{P} \quad (3.11)$$

Esta expressão permite extrapolações para cargas maiores, porém com a mesma pressão de contato  $p$ . De pistas experimentais de pavimento sobre subleitos com  $\text{CBR} \leq 20\%$ , verificou-se que os valores de  $k$  dependiam, praticamente, somente do CBR do subleito. O Quadro 3.5 mostra os valores de  $k$  para diferentes valores de  $z$  e CBR.

Por exemplo:	CBR = 3	$k = 0,195$
	CBR = 8	$k = 0,111$
	CBR = 15	$k = 0,073$

Com o aumento da pressão de pneus de 100 para 200 lb/pol<sup>2</sup>, o princípio dos pontos homólogos não pode ser mais aplicado. Recorre-se à expressão de Bussinesq com coeficiente de Poisson  $\nu$  igual a 0,5, para o cálculo de deslocamento vertical.

$$\omega = \frac{1,5p}{E} \frac{a^2}{(a^2 + z^2)^{1/2}} \quad \text{mas,} \quad p = \frac{P}{\pi a^2} \quad (3.12)$$

$$\text{então:} \quad \omega = \frac{1,5P}{\pi E} \frac{1}{(a^2 + z^2)^{1/2}} \quad (3.13)$$

$$a^2 + z^2 = \left( \frac{1,5P}{\omega\pi E} \right)^2 \quad (3.14)$$

QUADRO 3.5													
VALORES DE K PARA DIVERSOS VALORES DE Z E CBR E MESMO P													
California Bearing Ratio	P = 5.000 lbs		15.000 lbs		40.000 lbs		70.000lbs		150.000 lbs		200.000 lbs		Média
CBR	z	K	z	K	z	K	z	K	z	K	z	K	K
3	14,0	0,198	25,0	0,201	37,5	0,188	49,6	0,187	73,0	0,194	89,5	0,200	0,195
4	12,2	0,173	21,4	0,175	31,7	0,159	40,7	0,154	61,0	0,166	75,6	0,162	0,165
5	11	0,150	18,8	0,161	27,7	0,139	36	0,136	56,5	0,149	66,5	0,144	0,147
6	9,9	0,140	16,9	0,138	24,0	0,125	32,2	0,122	50,7	0,134	60,0	0,131	0,132
7	9,2	0,130	15,4	0,126	22,6	0,113	29,3	0,111	46,0	0,119	54,5	0,122	0,120
8	8,5	0,120	14,1	0,115	20,7	0,104	26,9	0,102	42,5	0,110	50,5	0,113	0,111
9	8	0,113	13,0	0,116	19,2	0,096	25,0	0,091	39,8	0,103	47,0	0,101	0,103
10	7,5	0,106	12,1	0,099	17,9	0,090	23,3	0,088	37,3	0,096	44,4	0,099	0,096
15	5,4	0,076	8,9	0,073	13,4	0,067	17,9	0,068	29,0	0,075	35,0	0,078	0,073
20			6,7	0,055	10,6	0,053	14,7	0,056	25,0	0,065	28,8	0,064	0,059
30					6,9	0,033	10,5	0,040	19,5	0,050	20,0	0,047	0,043
40					4,4	0,022	7,6	0,029	16,5	0,043	16,3	0,036	0,033
50							5,6	0,021	11,0	0,036	13,3	0,030	0,029
60									12,5	0,032	11,2	0,025	0,029
70											9,5	0,021	0,021
80											8,3	0,019	0,019
90											7,4	0,017	0,017
100											6,6	0,015	0,015

Fonte: (Ferguson, 1949)

onde:

p – pressão de pneus;

E – módulo de elasticidade;

P – carga total.

Como P e E são fixos, a deflexão  $\omega$  também o é, porque quando p variar  $a$  também irá variar. Assim sendo, pode-se considerar constante o segundo termo, logo também constante o primeiro.

$$\text{assim: } a^2 + z^2 = C_1 \quad (3.15)$$

Onde, z é a espessura total do pavimento flexível  $h_f$ ,

$$\text{mas: } a = \sqrt{\frac{P}{p\pi}} \quad (3.16)$$

$$\text{daí: } \frac{P}{\pi p} + z^2 = C_1 \quad (3.17)$$

$$\text{ou } \frac{1}{\pi p} + \frac{z^2}{P} = C_2 \quad (3.18)$$

$$\text{como: } h_t = z = k\sqrt{P} \quad (3.19)$$

$$\text{daí: } C_2 = k^2 + \frac{1}{\pi p} \quad (3.20)$$

Com os valores de  $k$  vistos anteriormente (que dependem apenas do CBR do subleito e pouco das intensidades de cargas) correlacionou-se  $C_2$  aos valores de CBR, este variando até, no máximo 12%. Verifica-se que o produto  $C_2 \times \text{CBR}$  é praticamente, constante, em média 0,1236, o que pode ser visto no Quadro 3.6.

$$\text{daí: } C_2 \cdot \text{CBR} = 0,1236 \quad (3.21)$$

$$\text{ou } C_2 = \frac{1}{8,1\text{CBR}} \text{ em (pol}^2/\text{lb)} \quad (3.22)$$

$$C_2 = \frac{1}{0,57\text{CBR}} \text{ em (cm}^2/\text{kgf)} \quad (3.23)$$

$$C_2 = \frac{1}{5,56\text{CBR}} \text{ em (cm}^2/\text{N)} \quad (3.24)$$

mas:

$$C_2 = \frac{1}{\pi p} + \frac{z^2}{P} \rightarrow \frac{z^2}{P} = C_2 + \frac{1}{\pi p} \quad (3.25)$$

$$z^2 = h_t^2 = P \left( C_2 + \frac{1}{\pi p} \right) \quad (3.26)$$

desta forma, tem-se:

$$h_t = \sqrt{P \left( C_2 - \frac{1}{\pi p} \right)} \quad (3.27)$$

Esta é a expressão matemática que liga CBR à espessura necessária em função da carga P.

**QUADRO 3.6**  
VALORES DE  $C_2$  E  $C_2 \times CBR$  PARA DIFERENTES VALORES DE K.

CBR	K		K <sup>2</sup>		C <sub>2</sub> = K <sup>2</sup> + 1/πp		C <sub>2</sub> · CBR	
	100psi	200psi	100psi	200psi	100psi	200psi	100psi	200psi
	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	Curvas	Curvas	Curvas	Curvas	Curvas	Curvas	Curvas	Curvas
3	0,195	0,199	0,03803	0,03960	0,04121	0,04119	0,124	0,124
4	0,166	0,171	0,02756	0,02924	0,03074	0,03083	0,123	0,123
5	0,147	0,152	0,02161	0,02310	0,02479	0,02470	0,124	0,123
6	0,132	0,138	0,01742	0,01904	0,02061	0,02064	0,124	0,124
7	0,120	0,126	0,01440	0,01588	0,01758	0,01747	0,123	0,122
8	0,111	0,118	0,01232	0,01392	0,01551	0,01552	0,124	0,124
9	0,103	0,110	0,01061	0,01210	0,01379	0,01369	0,124	0,123
10	0,096	0,104	0,00922	0,01082	0,01240	0,01241	0,124	0,124
12	0,085	0,093	0,00723	0,00865	0,01041	0,01024	0,125	0,123
15	0,073	0,082	0,00533	0,00672	0,00851	0,00832	0,128	0,125
17	0,067	0,075	0,00449	0,00563	0,00767	0,00722	0,130	0,123
20	0,059	0,068	0,00348	0,00462	0,00667	0,00622	0,133	0,124

A comprovação da expressão (3.27) para trens de pouso de várias rodas fez-se com a aplicação do critério de roda equivalente quanto à deflexão máxima. Considerando-se na expressão os

parâmetros  $\frac{h_t}{\sqrt{A}}$  e  $\frac{CBR}{p}$

$$h = \sqrt{\frac{pA}{8,1CBR} - \frac{pA}{\pi p}} \quad (3.28)$$

$$h = \sqrt{A} \cdot \sqrt{\frac{1}{8,1} \frac{CBR}{p} - \frac{1}{\pi}} \quad (3.29)$$



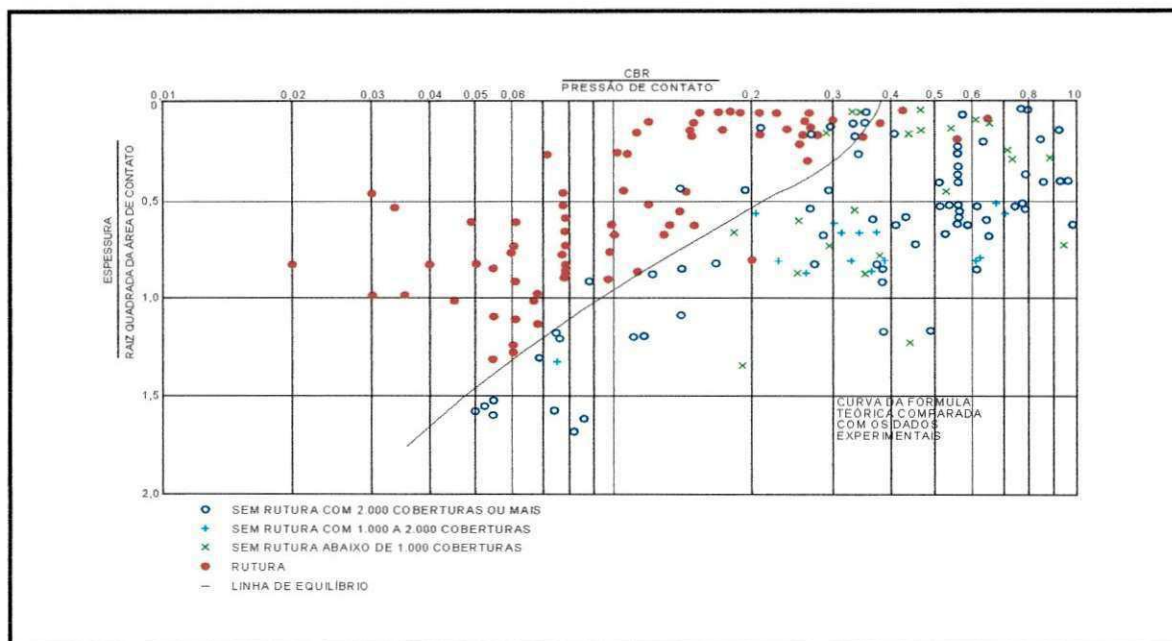
$$\frac{h}{\sqrt{A}} = \sqrt{\frac{1}{8,1 \frac{\text{CBR}}{p}} - \frac{1}{\pi}} \quad \text{curva teórica} \quad (3.30)$$

A espessura obtida pela fórmula acima é a necessária para suportar 5000 coberturas e é considerada como 100% de espessura. O Corpo dos Engenheiros verificou experimentalmente que a percentagem de espessura varia linearmente com o número de repetições de carga. A curva

$\left(\frac{h_t}{\sqrt{A}}, \frac{\text{CBR}}{p}\right)$ , mostrada na Figura 3.8 representa a separação do comportamento bom (sem ruptura) do mau (com ruptura), dos pontos acima e abaixo da curva de ruptura dos 50% que configurava ruptura representava 1 pol. de afundamento.

O número de coberturas que exclui a ruptura vai de 1000 a 2000 (Figura 3.8). A curva de projeto é modificada para valores de CBR maiores que 12% ou valores de CBR/p iguais ou maiores

que 0,22, com acréscimo de  $\frac{h_t}{\sqrt{A}}$



**Figura 3.8:** Curva da fórmula teórica (3.30) comparada com os dados experimentais

(Portter, 1985 Apud Motta, 1991)

### 3.4 EQUAÇÃO BÁSICA DE DIMENSIONAMENTO DO CE

A derivação dos fatores de equivalência de cargas de eixo adotados pelo CE teve como ponto de partida a equação básica de dimensionamento de pavimentos flexíveis :

$$e = \sqrt{P \left[ \frac{1}{8,1\text{CBR}} - \frac{1}{\pi p_i} \right]} \quad (3.31)$$

onde:

- e – espessura total do pavimento requerido, expressa em polegadas;
- P – carga de roda simples (em lb);
- $p_i$  - pressão de inflação do pneumático (em lb/pol<sup>2</sup>);
- CBR – California Bearing Ratio

A equação (3.31) é válida para 5000 coberturas da carga genérica considerada.

Até então, utilizavam-se as curvas de CBR referidas a cargas de rodas que se fazia equiparar a determinados volumes de tráfego rodoviário de caminhões, ou seja, não se consideravam as diferentes cargas de eixo e sua incidência. É do trabalho de Turnbull, Foster e Alvin (1962) o procedimento em que se consideram, o tráfego misto nas suas diversas configurações de eixos e cargas por roda, transformando-o no número N.

O fator de equivalência de operações foi definido a partir dos conceitos de coberturas usado em aeroportos. O método de dimensionamento do DNER utiliza os fatores de equivalência de cargas concebidos pelo USACE.

### 3.5 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE

#### 3.5.1 CONCEITO DE OPERAÇÕES E COBERTURAS

Estudos realizados na malha rodoviária norte-americana demonstram que a incidência das rodas pertencentes aos semi-eixos de um mesmo lado dos veículos passantes na seção transversal de

uma faixa de rolamento obedece, aproximadamente a distribuição normal. Como a distribuição é caracterizada por um ponto de máximo, há necessariamente um ponto crítico  $P_c$  na seção transversal, que recebe um número de aplicações maior do que os demais. Este ponto crítico é o que deve condicionar o dimensionamento do pavimento, no que se refere à incidência do tráfego.

No estudo da frequência com que as rodas dos veículos rodoviários atuam na seção transversal de uma faixa de rolamento, admite-se:

i) O ponto de aplicação (P) de uma roda simples corresponde ao centro da área de contato entre o pneumático e o pavimento.

ii) O ponto de aplicação (P) de uma roda dupla coincide com o meio do segmento limitado pelos centros das áreas de contato entre os pneumáticos das rodas simples que a compõem e o pavimento (centro da roda dupla).

#### CASO DE RODA SIMPLES

Na Figura 3.9a está esquematizada uma roda simples, ocupando uma posição genérica na seção transversal. A notação utilizada é a seguinte:

Q - bordo da faixa de rolamento;

P - centro da área de contato (ponto de aplicação da roda);

l - largura da área de contato;

a - abscissa do centro da área de contato em relação ao bordo Q da faixa de rolamento;

$P_c$  - ponto mais solicitado na seção ou ponto crítico;

j - afastamento do centro P da área de contato, em relação ao ponto crítico  $P_c$ .

Verifica-se uma *cobertura* sempre que a área de contato da roda simples incide dentro dos limites do segmento  $\overline{P_1P_2}$  indicado na Figura 3.9d, ou seja se sobrepõe ao seu ponto crítico.

## CASO DE RODAS DUPLAS

Na Figura 3.10 (Pereira, 1985) está esquematizada uma roda dupla ocupando uma posição genérica na seção transversal. Para o caso de roda dupla a notação utilizada é a seguinte:

Q - bordo da faixa de rolamento;

S - distância entre os centros das áreas de contato das rodas componentes da dupla;

P - ponto situado na metade do segmento limitado pelos centros das áreas de contato das rodas componentes da dupla (centro da roda dupla e que corresponde ao seu ponto de aplicação);

a - abscissa do centro P da roda dupla em relação ao bordo Q da faixa de rolamento;

l - largura da área de contato das rodas componentes da dupla;

d - distância entre os bordos internos das áreas de contato das rodas componentes da dupla;

$P_c$  - ponto mais solicitado na seção (ponto crítico);

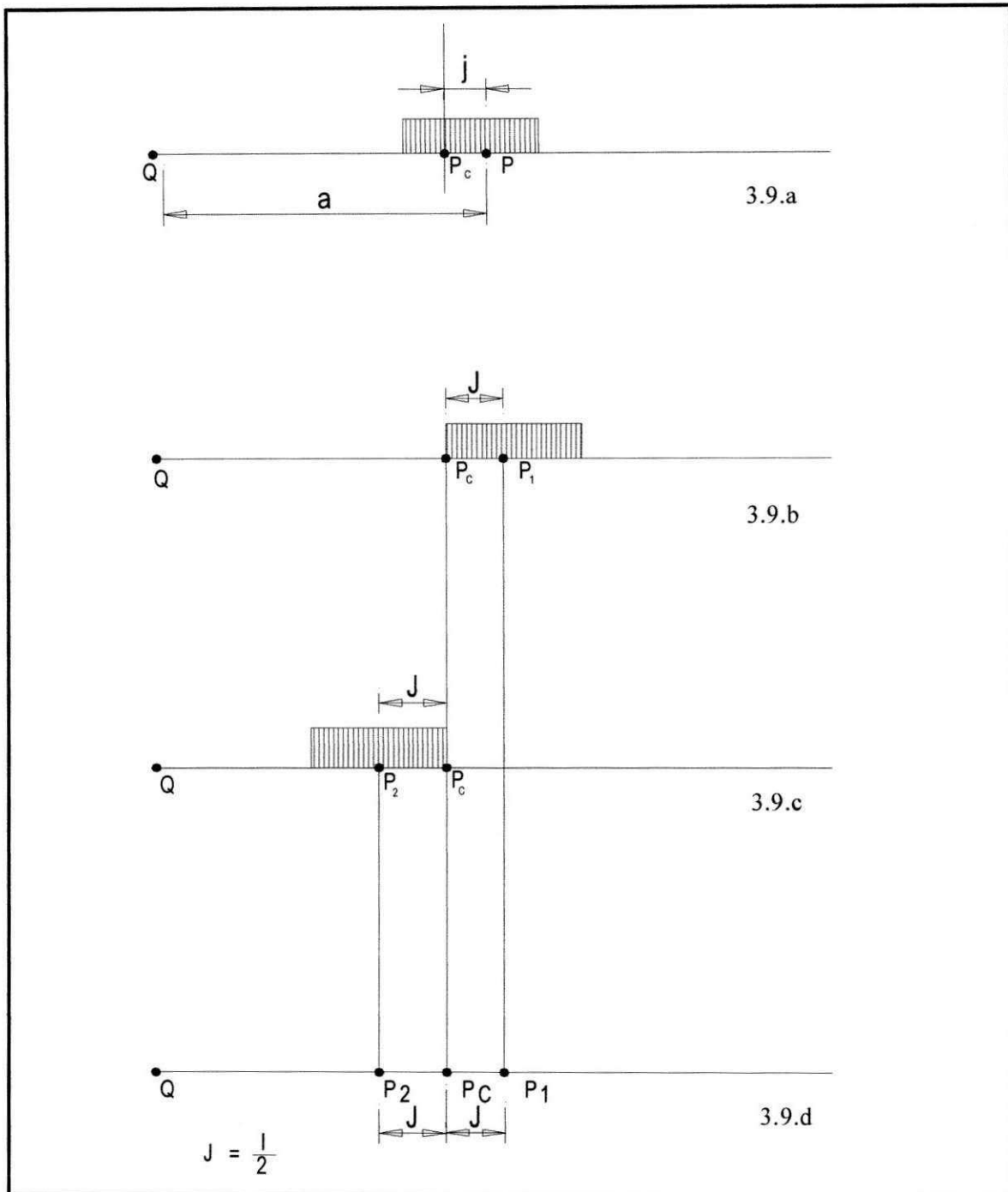
j - afastamento do centro P da roda dupla, em relação ao ponto crítico  $P_c$ .

Para a roda dupla, o CE assume que ocorre uma *cobertura* sempre que a área de contato de uma das rodas simples se sobrepõe ao ponto crítico  $P_c$ , ou seja: toda vez que o centro de carga (ou ponto de aplicação P) incidir dentro dos limites dos segmentos  $\overline{P_2 P_4}$  ou do segmento  $\overline{P_2 P_1}$  (Figura 3.10f). Ou seja, quando:

$$J'' \leq j \leq J'$$

Onde:  $J' = \frac{S+l}{2}$  (3.32)

e  $J'' = \frac{d}{2} = \frac{S-l}{2}$  (3.33)



**Figura 3.9:** Conceito de Cobertura – Caso de Rodas Simples  
(Pereira, 1985)

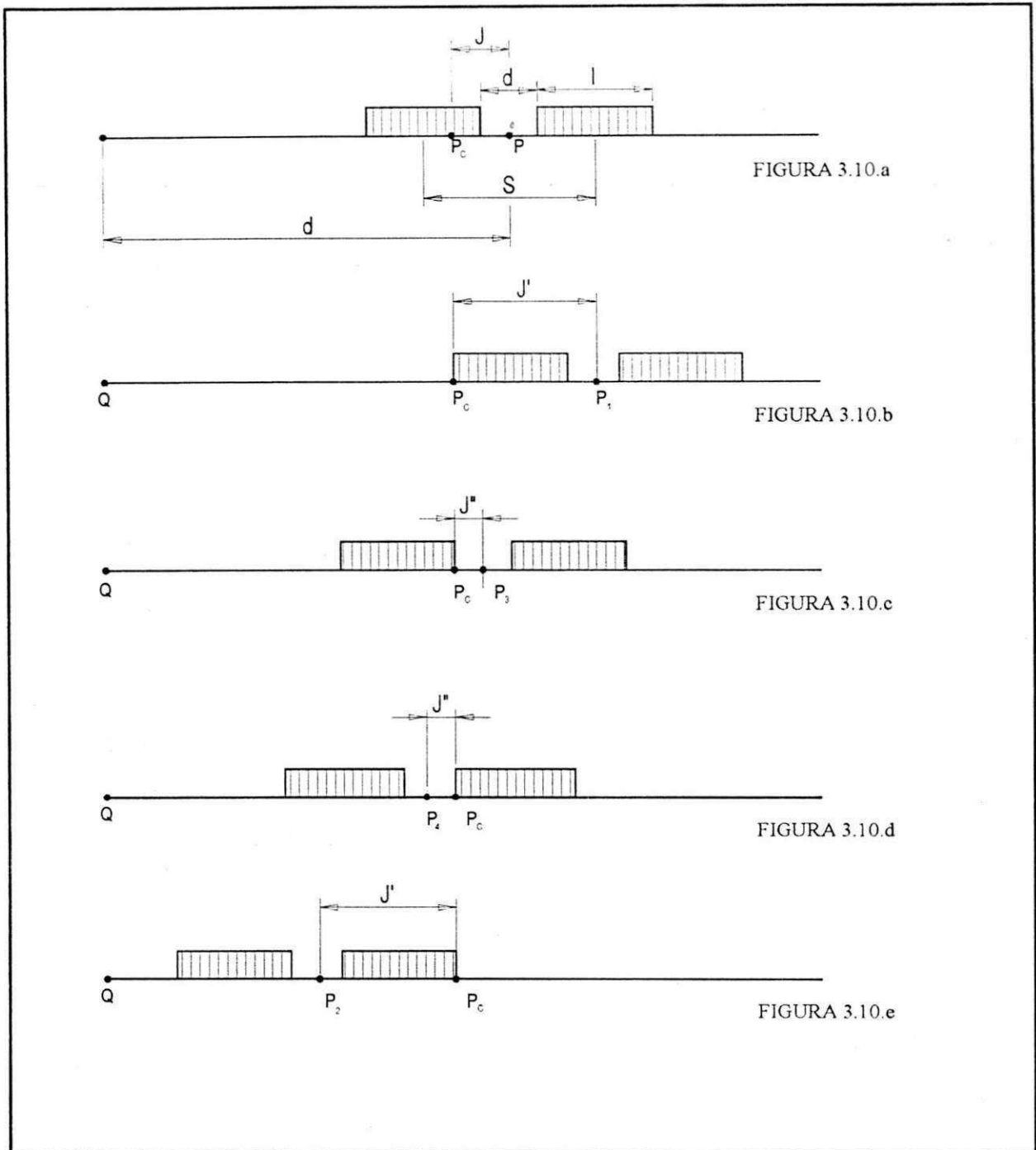


Figura 3.10: Conceito de Cobertura – Caso de Roda Dupla  
(Pereira, 1985)

Segundo o CE um eixo simples realiza uma operação toda vez que ele passa através de uma seção transversal tomada como referência na faixa de rolamento. E um eixo tandem realiza uma operação toda vez que o conjunto de eixos passa através de uma seção transversal tomada como referência (Pereira, 1985).

A passagem de um determinado eixo numa determinada seção transversal não implica em solicitação do ponto crítico pelas rodas. O número de coberturas nem sempre (maioria das vezes) coincide com o número de operações correspondentes. A relação (R) entre o número de operações (O) e o de cobertura (C) depende da geometria do eixo (ou conjunto de eixos) como também da largura útil da faixa de rolamento. Desta maneira, faz-se necessário determinar o número de operações necessárias para produzir uma cobertura do eixo em questão.

A conversão de operações (N) em coberturas (C) e vice-versa pode ser obtida através de procedimentos probabilísticos, à semelhança do proposto originalmente pelo CE, definindo-se a relação:

$$R_c = \frac{N}{C} \quad (3.34)$$

### 3.5.2 CONCEITO DE RODA SIMPLES EQUIVALENTE E SUA APLICAÇÃO À EQUAÇÃO DO CE

O CE define carga de roda simples equivalente como a carga que, atuando sobre uma área de contato semelhante à de uma das rodas do conjunto, produz na superfície do subleito uma deflexão máxima igual à resultante da ação combinada das rodas que integram o referido conjunto (Pereira, 1992).

Para o cálculo da carga de roda simples equivalente são admitidas as seguintes hipóteses simplificadoras:

1. A carga total incidente sobre o conjunto de rodas múltiplas é distribuída equitativamente sobre as rodas que o compõem;

2. As áreas de contato entre os pneumáticos e a superfície do pavimento são consideradas circulares;

3. A pressão atuante na área de contato pneumático x pavimento (pressão de contato) é suposta uniforme e igual à pressão de inflação do pneumático ( $p_i$ );

4. A área de contato  $A$  entre cada pneumático e a superfície do pavimento é igual à razão entre a carga incidente sobre a roda e a pressão de contato, ou seja:

$$A = \frac{P}{p_i} \quad (3.35)$$

5. O conjunto pavimento/subleito é associado a um semi-espaço constituído por um único material perfeitamente elástico, homogêneo e isotrópico;

6. O coeficiente de Poisson do conjunto pavimento/subleito é invariável com a profundidade e igual a 0,5.

A pressão de contato equivalente  $P_{eq}$  é obtida dividindo-se a carga de roda simples equivalente pela área de contato  $A$ , ou seja:

$$P_{eq} = \frac{P_{eq}}{A} \quad (3.36)$$

Substituindo na equação (3.31), temos:

$$e = \sqrt{P_{eq} \left[ \frac{1}{8,1\text{CBR}} - \frac{1}{\pi P_{eq}} \right]} \quad (3.37)$$

Considerando-se a atuação do eixo-padrão (ESRD) adotado, temos:

$$e = \sqrt{P_{ep} \left[ \frac{1}{8,1\text{CBR}} - \frac{1}{\pi P_{ep}} \right]} \quad (3.38)$$



Onde:

$P_{ep}$  – carga de roda simples equivalente ao eixo-padrão adotado, referido à profundidade  $e_p$  (em libras);

$P_{ep}$  – pressão de contato equivalente do eixo-padrão adotado, referida a profundidade  $e_p$  (em lb/pol<sup>2</sup>);

$e_p$  – espessura do pavimento que, assentado sobre o mesmo subleito considerado, pode resistir a 5000 coberturas de uma carga de roda simples equivalente ao eixo padrão e referida à profundidade  $e_p$  (em polegadas).

Dividindo os membros das equações (3.37) e (3.38) resulta:

$$\frac{e}{e_p} = k'' \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} \quad (3.39)$$

com:

$$k'' = \sqrt{\frac{\frac{1}{8.1(\text{ISC})} - \frac{1}{\pi p_{eq}}}{\frac{1}{8.1(\text{ISC})} - \frac{1}{\pi p_{ep}}}} \quad (3.40)$$

como:  $p = 70 \text{ lb/pol}^2 = \text{constante}$ , tem-se:  $k = 1$

$$\text{daí: } \frac{e}{e_p} = \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} \quad (3.41)$$

### 3.5.3 RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE COBERTURAS PARA PRODUÇÃO DE FALHA NO PAVIMENTO E A SUA ESPESSURA

O CE analisou seções de ensaios distintas submetidas à ação controlada de rodas simples, até a ocorrência de falha no pavimento (Pereira, 1992). Em cada seção de ensaio:

1. Determinou-se o CBR do subleito;

2. Mediu-se a espessura total  $e_c$  do pavimento existente;
3. Registrou-se o número  $C$  de coberturas da carga de roda que solicitou a seção até a produção de falha no pavimento existente;
4. Em função da carga de roda, da pressão de inflação e do valor CBR do subleito, pelo emprego da equação (3.28) calculou-se a espessura "e" que o pavimento deveria ter para suportar 5000 coberturas da carga aplicada;
5. A espessura  $e_c$  do pavimento existente foi expressa como percentagem da espessura "e", ou seja:

$$\frac{e_c}{e} \times 100 = e(\%) \quad (3.42)$$

Os pontos correspondentes aos pares de valores de  $\log C$  e de  $e$  (%) provenientes de todas as seções de ensaios foram colocados em um diagrama, ajustando-se aos mesmos a seguinte equação:

$$\frac{e_c}{e} = e(\%) = 23 \log C + 15 \quad (3.43)$$

Onde:

$e_c$  – espessura do pavimento existente;

$C$  – número de coberturas para ruptura da seção teste com espessura  $e_c$ ;

$e$  - espessura que o pavimento deveria ter para suportar 5000 coberturas da carga aplicada.

#### 3.5.4 FATOR DE EQUIVALÊNCIA DO CE REFERIDO A COBERTURAS

A partir da equação (3.43) pode-se definir que:

$$\frac{e}{e_p} = 0,23 \log C_p + 0,15 \quad (3.44)$$

Onde:

$C_p$  – número de coberturas da carga do eixo padrão que o pavimento de espessura (e) pode suportar.

Igualando as equações (3.41) e (3.44) resulta:

$$0,23 \log C_p + 0,15 = \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} \quad (3.45)$$

Explicitando-se  $\log C_p$  na igualdade anterior, obtém-se:

$$\log C_p = \frac{1}{0,23} \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} - \frac{0,15}{0,23} \quad (3.46)$$

O fator de equivalência é determinado pela relação entre o número de coberturas do eixo padrão e o número de cobertura do eixo genérico que o pavimento pode suportar.

Então:

$$f_c = \frac{C_p}{5000} \quad (3.47)$$

ou

$$\log f_c = \log C_p - \log 5000 \quad (3.48)$$

Substituindo-se, na equação (48),  $\log C_p$  pelo segundo membro da equação (3.46), obtém-se:

$$\log f_c = \frac{1}{0,23} \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} - \left[ \frac{0,15}{0,23} + \log 5000 \right] \quad (3.49)$$

Esta equação representa o fator de equivalência referido a cobertura de um eixo genérico com carga de roda equivalente  $P_{eq}$ .

### 3.5.5 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE REFERIDOS A OPERAÇÕES

O número necessário de operações da carga de eixo-padrão para efetivar  $C_p$  coberturas é obtido por:

$$N_p = C_p (R_c)_p \quad (3.50)$$

onde:

$(R_c)_p$  – número de operações do eixo padrão necessárias para uma cobertura;

$R_c$  – é o número de operações dividido pelo número de coberturas;

$C_p$  – número de coberturas do eixo padrão.

Para um eixo genérico qualquer o número de operações para produzir a ruptura é obtido por:

$$N = 5000 \times R_c \quad (3.51)$$

O fator de equivalência é definido por:

$$f = \frac{N_p}{N} \quad (3.52)$$

a partir da aplicação das expressões (3.50) e (3.51) obtém-se:

$$f = \frac{C_p \cdot (R_c)_p}{5000 \cdot R_c} \quad (3.53)$$

mas,

$$f_c = \frac{C_p}{5000} \quad (3.54)$$

então:

$$f = f_c \frac{(R_c)_p}{R_c} \quad (3.55)$$

ou

$$\log f = \log f_c + \log \frac{(R_c)_p}{R_c} \quad (3.56)$$

Substituindo-se na equação (3.56)  $\log f_c$ , obtém-se:

$$\log f = \frac{1}{0,23} \sqrt{\frac{P_{eq}}{P_{ep}}} - \left[ \frac{0,15}{0,23} + \log 5000 \right] + \log \frac{(R_c)_p}{R_c} \quad (3.57)$$

Esta é a expressão de cálculo dos fatores de equivalência de cargas de eixo referidos a operações. Para o caso de eixos convencionais, foram determinados, pelo CE, fatores de equivalência para eixos simples de rodas simples, eixos simples de rodas duplas, eixos tandem duplos de rodas simples e eixos tandem duplos de rodas duplas (Pereira, 1992).

Os valores atribuídos pelo CE a razão entre o número de operações N e o número de coberturas C ( $R_c$ ) foram vinculados à carga de eixo, segundo determinados intervalos, estando reproduzidos no Quadro 3.7.

QUADRO 3.7		
VALORES DA RAZÃO "R <sub>c</sub> " ADOTADOS PELO CE		
Configuração	Carga de Eixo (kgf)	R <sub>c</sub>
Eixos simples de rodas simples	0 a 2268	9,59
	2268 a 4536	6,25
	4536 a 7000	5,80 ( * )
Eixos simples de rodas duplas	0 a 4536	2,95
	4536 a 9072	2,64
	9072 a 13608	2,37
Eixos tandem duplos de rodas duplas	13608 a 21000	2,20 ( * )
	4536 a 6804	1,93
	6804 a 9072	1,13
Eixos tandem duplos de rodas duplas	9072 a 22680	1,03
	22680 a 34000	1,03.( * )
Eixos tandem triplos	0 a 48000	0,65 ( * )

Nota: Os valores sucedidos por ( \* ) foram inferidos por Pereira (1992)

Fonte: (Pereira,1992)

As equações adotadas para o cálculo das cargas de rodas simples equivalentes, referidas a profundidade  $e = 34,4\text{cm}$  (13,5pol) são:

$$\text{- Eixo Simples de Rodas Simples (ESRS)} \quad P_{eq} = 0,56 P_{ESRS} \quad (3.58)$$

$$\text{- Eixo Simples de Roda Dupla (ESRD)} \quad P_{eq} = 0,465 P_{ESRD} \quad (3.59)$$

$$\text{- Eixo Tandem Duplo (ETD)} \quad P_{eq} = 0,275 P_{ETD} \quad (3.60)$$

Como à época do CE não existia o eixo tandem triplo é do trabalho de Treybig e Von Quintus (1976) a derivação da equação aplicável aos eixos tandem-triplos.

$$\text{- Eixo Tandem Triplo (ETT)} \quad P_{eq} = 0,216 P_{ETT} \quad (3.61)$$

Aplicando-se na equação (3.57) os valores de:

$(R_C)_P = 2,64$  e  $P_{EP} = 0,465 \times 8165 = 3797 \text{ kgf}$  (ESRD, eixo padrão), temos:

$$\log f = 4,3478 \sqrt{\frac{P_{eq}}{3797}} - \log R_C - 3,9295 \quad (3.62)$$

Com base na equação (3.62) foram calculados os fatores de equivalência de cargas do CE aplicáveis às diversas configurações de eixos, apresentados nos Quadros 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11.

---

**QUADRO 3.8**  
**FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE**  
**EIXO SIMPLES DE RODAS SIMPLES**

---

CARGA DE EIXO(kgf)	f <sub>SRS</sub>
1000	0,001
2000	0,003
3000	0,015
4000	0,041
5000 (*)	0,110
6000	0,250
7000	0,530
8000	1,070

---

(\*) Carga máxima legal brasileira para a configuração à época

---

Fonte: (Pereira, 1992)

**QUADRO 3.9**  
**FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE**  
**EIXO SIMPLES DE RODAS DUPLAS**

CARGA DE EIXO (kgf)	$f_{SRD}$
1000	0,001
2000	0,006
3000	0,017
4000	0,044
5000 (*)	0,110
6000	0,230
7000	0,47
8000	0,90
8165	1,00
9000	1,64
10000	3,22
11000	5,52
12000	9,26
13000	15,2
14000	26,4
15000	41,8
16000	65,2
17000	100,4
18000	152,7
19000	229,3
20000	341,1
21000	502,3

(\*) Carga máxima legal brasileira para a configuração à época.

Fonte: (Pereira, 1992)



**QUADRO 3.10**  
**FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE**  
**EIXOS TANDEM DUPLOS**

CARGA DE EIXO (kgf)	$f_{TD}$
5000	0,025
6000	0,045
7000	0,13
8000	0,21
9000	0,34
10000	0,57
11000	0,87
12000	1,29
13000	1,89
14000	2,73
15000	3,89
16000	5,47
17000 (*)	7,62
18000	10,5
19000	14,4
20000	19,5
22000	35,2
24000	61,7
26000	105,8
28000	177,6
30000	293,0
32000	475,3
34000	759,9

(\*) Carga máxima legal brasileira para a configuração à época

Fonte: (Pereira, 1992)

**QUADRO 3.11**  
**FATORES DE EQUIVALÊNCIA DO CE**  
**EIXOS TANDEM TRIPLOS**

CARGA DE EIXO (kgf)	F <sub>TT</sub>
6000	0,027
8000	0,066
10000	0,15
12000	0,30
14000	0,58
16000	1,08
18000	1,92
20000	3,32
22000	5,59
24000	9,20
25500 (*)	13,2
26000	14,8
28000	23,5
30000	36,6
32000	56,2
34000	85,2
36000	127,6
38000	188,9
40000	276,9
42000	402,0
44000	578,6
46000	826,1
48000	1170,2

(\*) Carga máxima legal brasileira para a configuração à época.

Fonte: (Pereira, 1992)

### 3.6 EQUAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DA AASHTO

O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis da AASHTO divulgado em 1993, como guia ou manual, resultou da atualização do método proposto em 1972 e revisto em 1982 e 1986 (Motta 1991). A base do método é empírica, resultante de um grande experimento de campo que foi a pista experimental da AASHTO, concebida e executada na década de 50 em Ottawa, Illinois, EUA. Nela surgiu o conceito de desempenho e serventia que norteia os projetos.

A Equação de dimensionamento de pavimentos flexíveis relaciona o número de repetições de carga e a perda de serventia, da seguinte forma (Pereira, 1992):

$$\log N = \log n + \frac{G}{B} \quad (3.63)$$

Onde:

$$G = \log \left[ \frac{s_0 - I_s}{s_0 - s_1} \right] \quad (3.64)$$

$$B = 0,40 + \frac{0,081(P_1 + P_2)^{3,23}}{(NE + 1)^{5,19} P_2^{3,23}} \quad (3.65)$$

$$n = \frac{10^{5,93} (NE + 1)^{9,36} P_2^{4,33}}{(P_1 + P_2)^{4,79}} \quad (3.66)$$

NE representa o número estrutural ou espessura equivalente do pavimento, é obtida pela seguinte expressão:

$$NE = 0,44 e_1 + 0,14 e_2 + 0,11 e_3 \quad (3.67)$$

$P_1$  – magnitude da carga de eixo considerada (eixo simples ou eixo-tandem duplo) expresso em kips (1000lb);

$P_2$  – configuração do eixo, parâmetro cujo valor foi tomado igual a 1 no caso dos eixos simples e igual 2 no caso dos eixos-tandem duplos;

$e_1, e_2, e_3$  - espessuras do revestimento, da base e da sub-base das seções de pavimento flexível, expressa em polegadas;

$s_0$  e  $s_1$  - valores de serventia inicial final (consideradas 4,2 e 1,5);

$I_s$  – índice de serventia resultante depois de um certo número de solicitações.

### 3.7 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DA AASTHO

O cálculo do número de eixos simples equivalente que transforma o tráfego misto no número de eixos padrão de 18 Kips (8,2t) é feito através de fatores de equivalência de carga que são funções do tipo de eixo (simples, duplo ou triplo), do número estrutural do pavimento (1 a 6), do valor terminal de serventia adotado no projeto, e da carga transportada (1 a 40t). A noção de equivalência adotada é a de igualdade na queda de serventia do pavimento.

O fator de equivalência de carga deve multiplicar o número de eixos simples de 8,2 t que teria o mesmo efeito no desempenho do pavimento, definido pela razão:

$$f_i = \frac{N_p}{N_i} \quad (3.68)$$

Onde:

$N_p$  – número de solicitações de uma carga de eixo simples de 18kips (8165kgf), que conduz um certo pavimento a um índice de serventia  $I_s$  pré-definido.

$N_i$  – número de solicitações da carga de eixo genérica considerada, que conduz o mesmo pavimento ao mesmo índice de serventia  $I_s$ .

O cálculo dos fatores de equivalência de carga derivados das equações de comportamento do experimento da AASHO tem como ponto básico, a equação (3.63):

$$\log N = \log n + \frac{G}{B}$$

A equação (3.66) pode ser expressa da seguinte forma:

$$\log n = 5,93 + 9,36\log(\text{NE} + 1) - 4,79\log(P_1 + P_2) + 4,33\log P_2 \quad (3.69)$$

Substituindo na equação (3.63),  $\log n$ , resulta:

$$\log N = 5,93 + 9,36\log(\text{NE} + 1) - 4,79\log(P_1 + P_2) + 4,33\log P_2 + \frac{G}{B} \quad (3.70)$$

Desta forma, substituindo-se  $P_1$  e  $P_2$  na equação (3.70) para cada configuração de eixo temos:

Eixo Simples de Roda Dupla (18t),

$$\log N_p = 9,36\log(\text{NE} + 1) + \frac{G}{B_{18}} - 0,195 \quad (3.71)$$

O valor  $B_i$  corresponde ao valor de  $B$  calculado através da equação (3.65) para  $P_1=18$  e  $P_2=1$ .

Eixo Simples Roda Simples ( $P_s$ ),

$$\log N_i = 5,93 + 9,36\log(\text{NE} + 1) - 4,79\log(P_s + 1) + \frac{G}{B_i} \quad (3.72)$$

O valor  $B_i$  corresponde ao valor de  $B$  calculado através da equação (3.65) para  $P_1=P_s$  e  $P_2=1$ .

Eixo Tandem Duplo ( $P_{TD}$ ),

$$\log N_i = 9,36\log(\text{NE} + 1) - 4,79\log(P_{TD} + 2) + \frac{G}{B_i} + 7,233 \quad (3.73)$$

O valor  $B_i$  corresponde ao valor de  $B$  calculado através da equação (3.65) para  $P_1=P_{TD}$  e  $P_2=2$ .

Eixo Tandem Triplo ( $P_{TT}$ ),

$$\log N_i = 9,36\log(\text{NE} + 1) - 4,79\log(P_{TT} + 3) + \frac{G}{B_i} + 7,996 \quad (3.74)$$

O valor  $B_i$  corresponde ao valor de  $B$  calculado através da equação (3.65) para  $P_1=P_{TT}$  e  $P_2=2$ .

## ESTUDOS DE TRÁFEGO

### 4.1 INTRODUÇÃO

Por meio dos estudos de tráfego é possível estimar o número de veículos a circular por uma via em um determinado intervalo de tempo, suas velocidades, suas ações mutuas, avaliar riscos de acidentes, dimensionar rodovias, estacionamentos, etc.

Os dados referentes a estudos de tráfego são geralmente obtidos nas fases de planejamento e estudos de viabilidade devido a necessidade de sua utilização nas análises econômicas. Nos casos em que o projeto final de engenharia de estradas não é precedido de estudos de viabilidade, os dados de tráfego ficam restritos a:

- i determinação do número equivalente ao eixo padrão para dimensionamento de pavimentos rodoviários;
- ii estudos de capacidade para determinação da suficiência e compatibilidade das características projetadas em nível de serviço estabelecido.

Este capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos que norteiam os estudos relacionados ao tráfego.

### 4.2 VOLUME DE TRÁFEGO

O volume de tráfego é o número de veículos que passa em uma determinada seção de uma estrada em um determinado intervalo de tempo; e na sua determinação são considerados todos os veículos que circulam pela via.

As vias de tráfego são divididas em duas categorias: vias para fluxo interrompido e vias para fluxo ininterrupto.

## 1. FLUXO INTERRUPTO

O fluxo interrompido é aquele no qual dispositivos externos de controle de tráfego interrompem o fluxo de veículos periodicamente.

## 2. FLUXO ININTERRUPTO

O fluxo ininterrupto é aquele no qual não existem dispositivos externos de controle de tráfego não ocasionam interrupções periódicas no fluxo de veículos. Como exemplo de dispositivos externos pode-se citar os semáforos, placas de PARE ou dê preferência, lombadas e etc.

As estradas rurais apresentam características distintas das primárias, secundárias, municipais, intermunicipais e interestaduais, como as urbanas possuem características distintas entre si. Devido ao objetivo do trabalho, será dada ênfase ao fluxo ininterrupto, característico do tráfego rodoviário.

De acordo com o objetivo do estudo de tráfego realizado, o volume de tráfego pode ser considerado em um sentido ou dois de movimento, considerar apenas uma parcela da seção (uma faixa, uma pista), e ter como unidade de tempo o período de um ano, um dia ou uma hora. Para o dimensionamento de pavimentos considera-se o fluxo em apenas um sentido.

Existem várias categorias de volume de tráfego, os volumes mais utilizadas nos estudos de engenharia de tráfego são: Volume anual; Volume Médio Diário e Volume Horário.

### 4.2.1 VOLUME ANUAL

Segundo Pignataro (1973) o volume anual é o número de veículos que passa em um ponto durante um período de um ano. O volume anual pode ser usado para:

- medir e estabelecer as tendências de volume;
- determinar índice de acidentes;
- determinar o número de viagens;
- estimar receita para a implantação de pedágios.

#### **4.2.2 VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO (VMD)**

É a média dos volumes de tráfego que circulam durante um período de 24 horas em um trecho da via; é calculado para um período de tempo representativo, em geral de um ano. O VMD é usado para:

- avaliar a distribuição do tráfego em um sistema de vias;
- medir a demanda atual em uma via;
- estudo de melhorias ou implantação de vias.

#### **4.2.3. VOLUME HORÁRIO**

É o volume máximo por hora que ocorre numa estrada em um determinado ano. O Volume Horário, por sua vez pode ser usado para:

- classificar a via;
- estudos de capacidade de via;
- projeto geométrico, para a fixação da largura e número de faixas;
- estabelecer controles de tráfego.

#### **4.2.4 VARIAÇÕES NO VOLUME DE TRÁFEGO**

Verifica-se uma flutuação no volume de tráfego com o período de tempo. Ele varia dentro da hora, do dia, da semana, do mês e do ano. A variação no volume de tráfego é um parâmetro importante no planejamento de uma pesquisa de tráfego, uma vez que reflete o comportamento do tráfego em função do nível de atividade social, da economia e etc. As variações de volumes de tráfego mais importantes são: variação horária, variação diária, variação semanal e variação anual.



A hora do dia na qual ocorre o maior volume de tráfego é definida como *hora de pico*. A intensidade de tráfego durante a hora de pico pode ter valores altos em algumas frações horárias, relativamente baixos nos demais ou manter-se mais ou menos uniforme durante todo o período. De acordo com o HCM (2000), o comportamento do tráfego nas vias de tráfego ininterrupto, na hora de pico é quantificado através do *fator de pico horário* (FHP):

$$FHP = \frac{V_{HP}}{4 * V_{15}} \quad (4.1)$$

Onde:

$V_{HP}$  – volume da hora de pico

$V_{15}$  – volume dos 15 minutos consecutivos de maior tráfego dentro da hora de pico

Segundo Vasconcelos (1982), o FHP varia entre 0,25 e 1,00. Um FHP = 0,95 indica um tráfego relativamente uniforme e FHP = 0,70 indica um tráfego pouco uniforme.

Observa-se que os volumes horários ao longo das 24 horas do dia variam de maneira semelhante para a grande maioria das vias, cerca de 70% das viagens diárias ocorrem entre as sete da manhã e as sete da noite.

Em vias urbanas, os volumes diários variam pouco ao longo dos dias úteis da semana. O sábado tem um volume menor, mas os menores volumes ocorrem nos domingos e feriados.

A variação anual é verificada através dos volumes mensais ao longo do ano. E pode ser observada de acordo com a localização da via e do período do ano:

- nas vias urbanas, as maiores alterações ocorrem no período de férias escolares;
- em ruas de áreas comerciais, o tráfego é mais intenso no mês de dezembro;
- em áreas industriais, o volume é aproximadamente constante durante todo o ano;
- em vias rurais o tráfego é mais intenso nos períodos de safra;
- em áreas turísticas, a maior concentração é nas férias ou feriados;
- etc.

### 4.3 COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO

A composição dos volumes de tráfego que solicitam as vias é essencial devido aos efeitos variados que as diferentes cargas exercem na rodovia, e tanto em relação a capacidade e características estruturais quanto no que diz respeito aos benefícios para os usuários. A classificação de veículos empregada pelo DNER, para a contagem de tráfego está apresentada no Quadro 4.1. Segundo a terminologia utilizada, 2S3 significa um veículo da categoria semi-reboque com cinco eixos sendo dois eixos dianteiros e três eixos no reboque, o que não condiz com a realidade, uma 2S3 tem 3 eixos e não 5, sendo o eixo no reboque um eixo tandem triplo.

### 4.4 CONTAGEM VOLUMÉTRICA

Para obtenção de informações sobre volume de tráfego é necessária a realização de contagens nas rodovias para determinar a quantidade, a direção e a composição do fluxo de veículos ou de pedestres que utilizam uma seção ou interseção do sistema viário, numa unidade de tempo (Vasconcelos, 1982).

Uma contagem de tráfego deve seguir uma investigação preliminar que irá depender do objetivo da pesquisa, das características do fenômeno a ser estudado e das condições locais. A escolha do método a ser adotado depende do (s) objetivo (s) da pesquisa, dos recursos disponíveis, da precisão requerida, do tempo necessário e das vantagens e desvantagens que um ou outro método pode oferecer.

No que diz respeito ao planejamento da pesquisa ela irá depender do tipo de dado a ser coletado, sua unidade e precisão, do local horário e data; do tipo de amostra, das fichas de campo e informações necessárias, dos recursos materiais e humanos, das atribuições e posição em campo, das condições de controle, do treinamento e dos dados obtidos na pré-pesquisa.

Na fase de execução da pesquisa deve ser feita a distribuição do material, esquema de transporte, posicionamento do pessoal, supervisão, revezamento de pessoal e o fichamento. Após realização da pesquisa de campo, segue-se a tabulação e processamento dos dados, vistoria das fichas e consistência dos dados, estratégia de tabulação, tabulação, reunião/condensação do material.



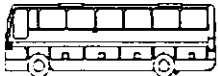
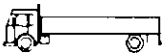
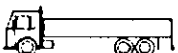
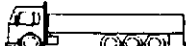
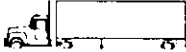

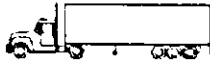
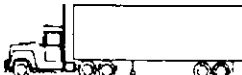
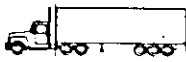


Para pesquisas de tráfego em zonas rurais, deve ser feito um prévio zoneamento da região. O zoneamento consiste em dividir a região em sub-regiões menores chamadas zonas de tráfego, com a finalidade de estabelecer os fluxos de origem e destino das viagens e melhor analisar a economia local. O pólo econômico principal da zona de tráfego é denominado centróide, e os demais são chamados de polos externos, representados por importantes pontos de atração ou geração de viagens em relação à região em estudo.

Não existe uma metodologia para estabelecer o número de zonas de tráfego, o que deve ser feito em função das características topográficas, densidade populacional, produção e consumo, volumes de tráfego, comércio, etc. No Brasil essas zonas são geralmente associadas às microrregiões definidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (Mello, 1975).

#### 4.4.1 CONTAGEM MANUAL

A contagem manual é realizada por pesquisadores postados do lado da via, que utilizam contadores manuais presos a uma prancheta, na qual está também a folha de campo para a marcação dos dados (Vasconcelos, 1982). Geralmente se realiza com pessoal local não especializado submetido a treinamento básico e supervisão qualificada. A contagem manual apresenta as seguintes características:

- a) é de fácil operação;
- b) é mais completa, podem ser observados todos os movimentos dos veículos e dos pedestres como também o tipo de veículo;
- c) mais precisa, dependendo da quantidade e qualidade das pessoas envolvidas;
- d) alto custo por hora de contagem ;
- e) tem cobertura limitada;
- f) não é recomendada para contagens prolongadas.

QUADRO 4.1			
CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS RODOVIÁRIOS			
SÍMBOLO	CONFIGURAÇÃO	DESCRIÇÃO	DEFINIÇÃO
		CARROS DE PASSEIO AUTOMÓVEIS	veículos de dois eixos e quatro rodas destinados ao transporte de passageiros, inclusive jeeps e kombis
		UTILITÁRIOS	veículos de dois eixos e quatro rodas, destinados ao transporte de carga leve. estão incluídos pick-up e furgões.
2C		ÔNIBUS	veículos de dois eixos, com pelo menos seis rodas, destinado ao transporte coletivo de passageiros.
2C		CAMINHÕES MÉDIOS	veículos destinados ao transporte de carga, com dois eixos: um eixo simples dianteiro com duas rodas e um eixo simples traseiro com rodas duplas
3C		CAMINHÕES PESADOS	veículos com três ou quatro eixos, sendo um simples com rodas simples dianteiro, e um eixo em tandem <sup>3</sup> (duplo ou triplo) com rodas duplas na parte traseira.
4C			
2S1		SEMI REBOQUES	veículos de carga constituídos por mais de uma unidade, do tipo reboque e semi - reboque.
2S2			
2S3			
3S2			
3S3			
2C2			
2C3			
CONVENÇÃO ADOTADA NA SIMBOLOGIA UTILIZADA NA CONFIGURAÇÃO			
Número de eixos no cavalo		Tipo de veículo	Tipo de eixos no reboque

Fonte: (Medina, 1988)

<sup>3</sup> Eixos em tandem - dois ou mais eixos que constituem um conjunto integral de suspensão, podendo se qualquer um deles motriz (Medina, 1988)

#### 4.4.2 CONTAGEM AUTOMÁTICA

A contagem automática é realizada por aparelhos instalados nas laterais (sobre ou sob a via), que registram a passagem dos veículos sendo necessário visitas periódicas para a anotação dos dados, manutenção e verificação dos dispositivos a fim de evitar problemas Vasconcelos (1985). A contagem automática apresenta as seguintes características:

- a) permite contagens prolongadas no mesmo local;
- b) não permite a classificação dos veículos;
- c) sub-contagem, causada pela passagem simultânea de dois veículos;
- d) super contagem, causada pelos caminhões de mais de dois conjuntos de eixos;
- e) baixo custo por hora;
- f) cobertura ilimitada no tempo de contagem;
- g) boa precisão, salvo defeitos mecânicos.

Para estudos em vias rurais são usados três tipos de postos de contagem:

##### a) POSTOS PERMANENTES DE CONTAGEM CONTÍNUA

São instalados em todos os pontos onde se necessite de uma série contínua de dados para determinação de distribuição temporal e estimativa de tendências. A sua distribuição deve ser tal que os trechos onde estejam situados sejam representativos de cada tipo de via do sistema, classificado de acordo com: função, situação geográfica, proximidade de aglomerados urbanos ou zonas industriais e volume de tráfego. As contagens nele são feitas de modo contínuo, 24 horas por dia, por longos períodos de tempo. É feita através de contadores automáticos. Os contadores devem ser locados em número suficiente e de maneira a cobrir toda a região em estudo de maneira a refletir as características do tráfego.

##### b) POSTOS DE CONTROLE OU SAZONAIS

São destinados a determinar a variação dos volumes de tráfego durante uma semana ou durante um ano, são as contagens mais importantes para saber os efeitos da sazonalidade e características do volume de tráfego diário. Estes postos se classificam de acordo com periodicidade para realização de contagens, a saber:

**b1) POSTOS PRINCIPAIS**

Devem ser realizadas contagens mensal ou bimestral, cada contagem deve conter três dias de semana, um sábado e um domingo consecutivo.

**b2) POSTOS SECUNDÁRIOS**

Devem ser realizadas 6 vezes por ano, com cada contagem cobrindo 48 horas da semana.

O número de postos secundários é normalmente o dobro dos principais e as contagens, em ambos os casos, devem ser realizadas contagens classificadoras de veículos.

**c) POSTOS DE COBERTURA**

São realizadas contagem esporadicamente, em períodos que vão de um a sete dias, uma vez por ano e realizadas geralmente em rodovias secundárias com o objetivo de determinar o volume médio diário de tráfego.

**4.5 EQUIPAMENTOS CONTADORES DE TRÁFEGO**

O desenvolvimento econômico, o crescimento das cidades e o conseqüente aumento da frota de veículos, faz com que fique cada vez mais difícil detectar de forma precisa o número de veículos e o peso dos eixos que passam em um determinado trecho durante um determinado intervalo de tempo. O método de detecção dos veículos e as balanças de pesagem são de fundamental importância. Com o avanço da tecnologia novos equipamentos de detecção e pesagem de veículos vão surgindo no mercado, a escolha de determinado equipamento depende do objetivo e dos recursos disponíveis para uma determinada pesquisa. Basicamente os equipamentos de contagens se dividem em contadores fixos e manuais.

**4.5.1. CONTADORES FIXOS OU PERMANENTES**

Os contadores fixos (ou permanentes) são empregados em postos de contagens permanentes, e registram a distribuição do tráfego por horas do dia, dias da semana, meses do ano e

de ano para ano. Esses contadores são importantes para estabelecer as tendências e características do tráfego, como também expandir dados de contagens de outros postos.

Para detectar os veículos, os contadores permanentes usam dispositivos detetores de veículos. Basicamente os dispositivos utilizados para a detecção dos veículos têm o mesmo princípio de funcionamento e mesmo com o avanço da tecnologia não sofreram grandes mudanças.

O detetor de veículos é um dispositivo formado por dois elementos: um dispositivo eletrônico e um sensor indutivo.

O sensor indutivo é o dispositivo que determina a presença ou não de um veículo. E o detetor eletrônico monitora as mudanças, ou seja, quando o parâmetro requerido para estabelecer presença ou ausência de veículo for estabelecido, ocorre uma mudança na saída do dispositivo. O avanço da tecnologia permitiu que surgissem novos métodos de detecção tornando mais confiável a relação custo-benefício. Segundo Macshane e Roess (1990) os dispositivos mais utilizados são: placa de pressão, magnético e ultra-sônico.

### **PLACA DE PRESSÃO**

Uma placa de metal é instalada no pavimento e isolada, e ligada a uma segunda placa por uma mola de borracha, então quando um veículo atravessa a placa, as duas placas conectadas fecham um circuito e um impulso é registrado.

### **DISPOSITIVO MAGNÉTICO**

A detecção é realizada por um sinal ou impulso causado por um veículo passando e perturbando o campo magnético. A unidade é colocada em cada faixa imediatamente abaixo da superfície da rodovia.

### **DISPOSITIVO ULTRA-SÔNICO**

É projetado para operar na frequência de 25 à 50kHz. A detecção do veículo é feita pela comparação da frequência de um sinal de rádio com a frequência do sinal refletido, ou seja, o tempo que o sinal passa para ir e voltar, qualquer variação indica a presença de veículo dispositivo é colocado acima do centro da faixa que se deseja detectar o veículo.

#### **4.5.1.1 VANTAGENS DOS CONTADORES FIXOS**

- Tem um custo relativamente baixo por hora de contagem;
- Eles fornecem uma cobertura extensiva de tempo, o que permite obter as variações e tendências dos dados.

#### **4.5.1.2 DESVANTAGENS DOS CONTADORES FIXOS**

- Não se pode obter movimentos de contorno e classificação de veículos;
- Detetores e registros são sujeitos a vandalismo e muitos riscos de tráfego, o que é somado a necessidade de uma manutenção permanente;
- Com o registro visual não se pode saber se houve falha nas contagens;
- Com alguns detetores é necessário determinar a percentagem de veículos tendo três ou mais eixos para obter volumes verdadeiros.

Os contadores mecânicos diferem quanto ao tipo de dispositivo utilizado para detectar os veículos, sendo importante na escolha do contador a ser utilizado.

#### **4.5.2 CONTADORES MÓVEIS**

São empregados em contagens de pequenos períodos. São operados por baterias e empregados detetores pneumáticos colocados ao longo de toda ou parte da rodovia. Os contadores móveis podem ser: contadores com registros ou sem registros.

O contador com registro, quando usado em conjunto com uma fita impressora, os volumes são registrados em cada 15 minutos ou por hora. Os contadores sem registro são usados em conjunto



com um registrador visual, os volumes acumulados são mostrados em mostrador no período de operação.

#### 4.6 PESAGENS DE VEÍCULOS

A avaliação do efeito destrutivo decorrente da atuação do tráfego rodoviário é uma tarefa complexa e constitui uma das maiores dificuldades para a racionalização do projeto de pavimentos. Segundo o DERSA\* (1988) dentre as principais funções de um sistema de pesagem destacam-se:

- função controladora através da qual é possível detectar irregularidades;
- função corretiva – complementa a função controladora na medida em que providencia a regularização da situação atual;
- função preventiva – no sentido que a certeza da punição minimiza a possibilidade de infração;
- função de pesquisa - com o objetivo de quantificar e qualificar o problema de excesso de peso no desempenho dos pavimentos;
- função administrativa e de planejamento objetivando coordenar as funções anteriormente citadas através de monitoramento, auditorias e correção de rumo.

Uma pesagem de veículo tem como objetivo determinar a carga por eixo dos veículos. Geralmente escolhe-se um veículo para a realização da pesagem. Dois tipos de balanças são utilizados para pesagem de veículos: *balanças portáteis ou fixa*, que podem ser estáticas ou dinâmicas. Também são utilizadas em pontos de fiscalização ao longo das rodovias para impedir que caminhões trafeguem com peso acima do estabelecido, aumentando a possibilidade de acidentes, danificando o pavimento e colocando em risco a vida de outros motoristas. Além disso o excesso de carga também reduz a vida útil do caminhão, como consequência do desgaste dos pneus, freios, suspensão e aumento do consumo de combustível. Em geral os caminhões surpreendidos com excesso de carga estão sujeitos as penalidades previstas no Código Nacional de Trânsito: *multa e transbordo de carga*.

#### 4.6.1 BALANÇAS PORTÁTEIS

As balanças portáteis constituem unidades móveis de amostragens para pesquisa e reforço à fiscalização ao excesso de carga em caminhões.

As balanças estáticas são utilizadas para pesagens de carga por roda. Os pesos das rodas dos veículos são obtidos usando-se duas balanças ao mesmo tempo, uma sob cada roda ou rodas duplas do mesmo eixo, para obter-se o peso por eixo total. O procedimento de medição consiste na seleção de um trecho da rodovia em nível (rampa inferior a 1%) com boas condições de ultrapassagem. Em geral, conta-se com o auxílio da polícia rodoviária para controle de tráfego. As balanças são colocadas sobre a via, sendo uma das faixas bloqueada para permitir as medições. Para efeito de pesquisa são tomadas medidas durante um período de 5 dias (segunda a sexta).

Em rodovias de maior volume de tráfego ( $VMD > 800$ ) recomenda-se a utilização de balanças dinâmicas individuais para cada faixa de tráfego. No caso da balança portátil emprega-se um par de balanças ao mesmo tempo, um sob cada roda ou rodas duplas do mesmo eixo. Recomenda-se que o instrumento fique em local adequado para que não seja sujeito a vandalismo.

A manutenção consiste em consertar ou substituir peças, que possam ser danificadas quando da realização da pesagem.

A balança dinâmica é um equipamento eletrônico que quando da passagem de um veículo em velocidade sobre os seus sensores (instalados no leito da estrada) lê, apresenta e registra parâmetros como volume de tráfego, tipo de veículo, carga por eixo, velocidade, espaçamento dos eixos e comprimento total do veículo, necessários ao planejamento, projeto, operação e manutenção das rodovias. É composta de sensores, unidade condicionadora de sinais, computador, unidade de vídeo (CRT), teclado, unidade de fita magnética, impressora e leitora de fita de papel perfurado.

#### 4.6.2 BALANÇAS FIXAS

As balanças fixas geralmente são instaladas em postos permanentes de contagem de tráfego e postos de fiscalização ao longo das rodovias.

O mercado industrial atualmente apresenta vasto domínio em sistemas de pesagens rodoviária com controle eletrônico de aquisição de dados composto de *strain-gages*, células de carga, acessórios, *displays* e amplificadores. É possível encontrar linhas complexas de produtos e serviços para as mais variadas necessidades de pesagem e controle do processo por peso.

A plataforma de pesagem com ou sem peso, é constituída em placas de concreto armado, contornado de perfis de placa metálica de aço especial, dobrada, fixadas sobre vigas principais especialmente projetadas para eliminar problemas relacionados à pressão da carga sobre a plataforma e garantir vida longa ao equipamento.

A inexistência de controle de peso nas rodovias afeta diretamente as ações de conservação, segurança e operação da via, na medida em que o descontrole e a falta de fiscalização possibilita ultrapassar os limites legais de carga por eixo ou PBT. O que constitui ação criminosa e que obriga o governo a desviar recursos de outros setores para a manutenção e restauração viárias. Os usuários ficam privados de conforto e segurança nas suas trajetórias e aumentando o tempo de viagem e custos operacionais dos veículos. Em resumo, os recursos adicionais para investimentos decorrentes de excesso de peso nos veículos de carga são distribuídos através dos custos de conservação, manutenção, operacionais e os custos sociais onde estão incluídos os custos com acidentes (custos hospitalares, horas paradas, reposição de equipamentos, reparos, etc.).

Fernandes Júnior (1994) referindo-se a pesquisa sobre inter-relacionamento dos custos Rodoviários (PICR) desenvolvida, no Brasil, entre 1976 e 1981, pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes GEIPOT, relata os seguintes dados sobre a questão de sobrecarga:

- eixos dianteiros – (eixos simples em rodas simples): 3% dos eixos sobrecarregados, sendo o valor da sobrecarga, em peso, da ordem de 5% do limite legal de 60kN (3kN). A razão provável para os valores observados é que motoristas de caminhão evitam sobrecarregar o eixo dianteiro para facilitar a dirigibilidade do veículo;
- eixos simples com rodas duplas – sobrecarga em 25% dos eixos observados, em valor do peso médio de 20% (20kN);
- eixos tandem duplos – sobrecarga em 15% dos eixos observados, sendo a sobrecarga média igual a 50% do limite legal (85kN);

- eixos tandem triplo – sobrecarga em 30% dos eixos observados, sendo o valor médio da sobrecarga em peso, de 45% (115kN).

Martins e Miranda (1995) baseados em levantamentos de dados colhidos em postos de pesagem dinâmica na BR-174 e BR-163 no estado de Mato Grosso, identificaram excesso de carga entre 20% e 30% dos eixos pesados em valores variados.

Segundo Albano (1998) rodovias submetidas a controle sistemático de tráfego pesado, alcançam ciclos de recapeamento (em média de 4 anos) três vezes maior do que rodovias sem controle de peso, de acordo com os padrões do DERSA. A rodovia dos Bandeirantes, inaugurada em 1978, teve seu primeiro recapeamento no ano de 1992 com 14 anos de vida útil sem manutenção corretiva. O autor cita, também, a rodovia dos trabalhadores, inaugurada em 1981 com o primeiro recapeamento em 1994.

A página web do DNER oferece um serviço para o usuário de rodovias federais: a consulta por CGC ou CPF para verificação de multas de pesagem de veículos de carga e passageiros. No caso da existência de multas, aparecem na tela as placas dos veículos, data, hora, local da autuação, a quantidade de excesso total de peso e o valor da multa em UFIR. O site oferece também informações sobre o limite de peso para veículos de carga, bastando para isso o usuário escolher o fabricante e o modelo de seu veículo, a página exhibe: Peso Bruto Total, Peso Bruto Total Combinado e Capacidade Máxima de Tração. Este banco de dados pode ser acessado de qualquer lugar pelo endereço: [www.dner.gov.br](http://www.dner.gov.br).

O Quadro 4.2 do anexo 2 apresenta um resumo dos postos de pesagens mantidos pelo DNER, durante o ano de 1998 na malha rodoviária federal. Analisando-se o quadro verifica-se que os limites e controle do peso por eixo e do peso total dos veículos nas rodovias federais não são adequadamente fiscalizados no Brasil, principalmente devido a estagnação do DNER e a falta de uma cultura de preservação do patrimônio rodoviário. Além disso, os operadores brasileiros, que infringem a lei conseguem deixar de pagar multas em razão da falhas nos sistemas administrativo estatal e judicial que tratam da detecção e punição dos infratores.

Os detalhes operacionais, capacidade de carga e manutenção de equipamentos para pesagem de tráfego são recomendadas em manuais fornecidos pelos fabricantes dos diversos modelos existentes no mercado, envolvendo aspectos de qualidade, robustez, performance e preço.

#### 4.6.3 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE PESAGENS APROPRIADAS

Segundo Soares (2000) a literatura técnica internacional sobre pesagem de cargas rodoviárias indica que três tipos de controle são exigidos na fiscalização de caminhões em rodovias.

**1. COM OBJETIVOS ESTATÍSTICOS**, de estudos técnicos e econômicos sobre o transporte de carga rodoviário, para a avaliação de tráfego e coleta de dados estatísticos de veículos de carga. Com estimativas de erro da ordem de 20 a 30% na precisão da pesagem;

**2. COM OBJETIVOS DE PRÉ-SELEÇÃO**, isto é, etapa de pesagem seletiva que fornece um maior detalhamento da análise do tráfego de caminhões e permite uma classificação mais acurada dos veículos, o que possibilita a sua utilização como pré-pesagem, que indica a necessidade da 2ª. Pesagem que tem objetivos legais quanto à caracterização da infração. Possui estimativas de erro da ordem de 15 a 20% na precisão da pesagem;

**3. COM OBJETIVOS LEGAIS**, que são aqueles que legalmente podem imputar pena de infração aos caminhões com excesso de peso, sua imprecisão varia entre 5 a 10%.

Considerando os aspectos tecnológicos da pesagem estática ou dinâmica, existe uma tendência internacional na adoção da pesagem dinâmica ou em movimento (*Weigh-In-Motion/WIM*), onde esta se subdivide em *pesagem dinâmica em alta velocidade* (HS-WIM) até 130 km/h, usada sem fins de punição/infração, mas somente para os objetivos dos itens A e B citados, e a *pesagem dinâmica lenta em baixa velocidade* (LS-WIM) entre 5 a 15 km/h, sendo esta recomendada para atender aos objetivos do item 3, ou seja, aquelas que permitem a emissão da infração.

Desta maneira, existe um grande elenco de tecnologias de pesagem que atendem aos objetivos de controle supracitados e que são fornecidas por fabricantes internacionais. Considerando a

tecnologia de pesagem dinâmica (WIM) podemos considerar os seguintes tipos de equipamentos de pesagem (balanças):

a) **BALANÇA DE SENSOR DE FIBRA ÓTICA (FIBRE OPTIC SENSOR)**: um sensor dotado de fibra ótica que quando solicitado por forças provenientes das rodas e eixos dos veículos, modificam as condições de propagação da luz na fibra ótica, esta alteração da trajetória da luz proveniente da aplicação de uma força pode indicar a carga que gerou esta força.

b) **BALANÇA DE SENSOR PIEZOELÉTRICO (PIEZO-ELETRIC SENSOR)**: é um sensor dotado de substâncias piezo-elétricas que quando submetidas a cargas e forças ocasionam uma mudança na sua resistência elétrica, o que pode indicar a magnitude da carga ou força aplicada sobre o sensor.

c) **BALANÇA COM PLACA DE TENSÃO (BENDING PLATE SCALE)**: placa equipada com sensores que medem a tensão provocada por uma carga ou força proveniente das rodas e eixos dos veículos, medem a carga de forma estática ou dinâmica.

d) **BALANÇA COM CÉLULA DE CARGA (SINGLE LOAD CELL SCALE)**: um equipamento que produz um sinal elétrico proporcional à carga aplicada nela pelas rodas e eixos dos veículos.

Estes equipamentos possuem precisões diferenciadas entre si, que indicam os seus usos na 1ª Pesagem (seletiva) ou na 2ª Pesagem (de precisão). Além destas características, os equipamentos possuem vida útil, preço de aquisição e manutenção anual diferenciadas.

#### **4.6.4 METODOLOGIA EMPREGADA PELO DER-PB**

A Paraíba não possui um programa de pesagens de veículos em suas rodovias, para determinação dos Fatores de Veículos (FV) utiliza-se os dados de pesagens realizadas em Pernambuco em 1985.

A partir de 1985 a equipe do DER-PE com a participação da Maia Melo Engenharia iniciou a obtenção de dados de pesagens de eixos de veículos que circulavam nas rodovias estaduais e federais

---

do Estado de Pernambuco. Como as pesagens realizadas não tinham fins de fiscalização não foi atribuída nenhuma penalidade aos veículos com excesso de carga por eixo (Sales e outros, 1987).

Foram utilizadas balanças móveis que, por não terem locais fixos nem épocas definidas de pesagem acreditava-se dificultavam a mudança prévia do trajeto por parte dos caminhoneiros, atualmente devido a facilidade de comunicação a balança móvel representa dificuldade para operacionalização em programas de pesagens.

O fator de veículo varia de acordo com a época da pesagem, sendo um reflexo da economia da região naquele período, e conseqüentemente das mudanças ocorridas no fluxo natural do tráfego, como o aumento no peso por eixo dos veículos, freqüência e intensidade dos eixos que circulam nas rodovias, desta forma, deve haver uma monitoração das pesagens, com este objetivo as pesagens realizadas em 1985 foram prolongadas em 1986 e 1987.

A malha rodoviária foi dividida em BR-101/PE (litoral), BR-232/PE (interior-agreste), BR-116/PE (interior-sertão) e malha canavieira/PE (litoral). Não foram obtidos fatores de veículos devido a ônibus na BR-101/PE (litoral) e malha canavieira/PE (Litoral), desta forma utilizou-se o FV obtido da BR-116/PE (interior-sertão) por ser o de maior valor, representando a situação mais desfavorável.

O Quadro 4.3 mostra o resultado das pesagens realizadas no Nordeste, onde são apresentados os valores dos fatores de veículos com e sem excesso de carga.

Sales e outros (1988) fazem um alerta sobre o excesso de carga por eixo nas rodovias, principalmente nas regiões Norte e Nordeste as pesagens com fins de fiscalização são praticamente inexistentes, o percentual de veículos que trafega com excesso de peso é muito alto, o que diminui a vida útil dos pavimentos.

Como agravante da situação em que se encontram as rodovias brasileiras o CONTRAN através da publicação da resolução nº 102/99 que aumenta a tolerância do peso por eixo do veículo de carga de 5% para 7,5% e da Deliberação nº 15/99 que isenta da imposição da penalidade os veículos que não excedam o peso bruto.

**QUADRO 4.3**  
**FATORES DE VEÍCULOS COM E SEM EXCESSO DE CARGA**

REGIÃO NORDESTE	LOCAL DA PESAGEM	FATORES DE VEÍCULOS							
		MÉTODO DNER (CORPS OF ENGINEERS)				PRO-159/05 (AASHTO)			
		ÔNIBUS	CAM. MÉDIO	CAMINHÃO PESADO	REBOQUE E SEMI.REB	ÔNIBUS	CAMINHÃO MÉDIO	CAMINHÃO PESADO	REB. E S.REB
BR-101/PE (LITORAL)	3,45 (1,43)	1,94 (0,63)	7,27 (6,53)	10,73 (7,67)	2,56 (1,46)	1,24 (0,66)	0,96 (0,88)	4,64 (2,66)	
BR-232/PE (INTERIOR-AGRESTE)	1,24 (1,07)	1,5 (0,55)	7,18 (6,41)	13,21 (7,6)	1,24 (1,14)	1,01 (0,56)	0,93 (0,86)	4,2 (2,5)	
BR-116/PE (INTERIOR-SERTÃO)	3,45 (1,43)	0,8 (0,47)	7,93 (6,9)	12,12 (8,13)	2,56 (1,46)	0,7 (0,5)	1 (0,92)	4,03 (2,88)	
MALHA CANAVIEIRA/PE LITORAL	3,45 (1,43)	13,45 (1,22)	19,78 (7,42)	5,7 (4,98)	2,56 (1,46)	6,7 (1,16)	2,04 (0,96)	2,28 (1,71)	

OBS: Os valores entre parênteses representam FE referentes a veículos sem excesso de carga

Fonte: (Sales e Outros, 1987)

#### 4.7 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N

O parâmetro de tráfego usado para avaliação e dimensionamento de pavimentos no Brasil, é o número equivalente de operações do eixo padrão N.

Para a determinação do número N é necessário conhecer o número total de veículos (Vt), distribuído pelas diferentes categorias, definida em função da carga transportada e do número de eixos dos veículos. Seus valores anuais e acumulados durante o período de projetos são calculados com base nas projeções de tráfego sendo necessário para isso conhecimento qualitativo e quantitativo, da composição presente e futura da frota, obtidos através das contagens volumétricas/classificatórias com pesagens e pesquisas de tendência da frota com enfoque regional e/ ou nacional.

O número N é calculado pela seguinte expressão:



$$N = V_t \times FV \times FR \quad (4.2)$$

Onde:

$V_t$  - é o volume total de tráfego durante o período de projeto;

$FV$  - o fator de veículo e;

$FR$  - o fator climático regional, assumido igual a 1.

#### 4.7.1 VOLUME TOTAL ( $V_t$ )

Quando da construção de um pavimento, de início ele é utilizado por três categorias de tráfego: o atual que utilizará o pavimento imediatamente após a construção, ou que já vinha utilizando a estrada; o desviado que será atraído de outras estradas existentes e o que será gerado com o estímulo devido ao empreendimento. A previsão do tráfego futuro é de difícil determinação, pois se trata de atribuir um tráfego a uma rodovia que ainda não existe.

Para o dimensionamento de pavimentos é necessário estimar o crescimento do tráfego durante a vida de projeto, quando não se conhece a lei de crescimento para o caso específico. No Brasil adota-se o crescimento em progressão aritmética ou geométrica, estando a critério do projetista adotar um ou outro.

##### 4.7.1.1 CRESCIMENTO EM PROGRESSÃO ARITMÉTICA

Para o crescimento em progressão aritmética o volume total de tráfego é calculado pela seguinte fórmula:

$$V_t = 365.P.V_m \quad (4.3)$$

Sendo:

$V_t$  - Volume total de tráfego calculado para o período de projeto;

$V_m$  - Volume médio diário de tráfego, durante o período de projeto, pode ser calculado por:

$$V_m = \frac{V_0 [2 + (P + 1)t]}{2} \quad (4.4)$$

ou

$$V_m = \frac{V_1 [2 + (P - 1)t]}{2} \quad (4.5)$$

Onde:

$V_1$  - volume médio diário de tráfego no primeiro ano do período que está sendo considerado;

$V_0$  - volume médio diário de tráfego no ano imediatamente anterior ao período que esta sendo considerado;

$P$  - é o período de projeto, em anos.

$t$  - taxa de crescimento anual expressa em decimal.

#### 4.7.1.2 CRESCIMENTO EM PROGRESSÃO GEOMÉTRICA

Para o crescimento em progressão geométrica o volume total de tráfego é calculado pela seguinte fórmula:

$$V_t = \frac{365V_0(1+t) \left[ (1+t)^P - 1 \right]}{t} \quad (4.6)$$

ou

$$V_t = \frac{365V_1 \left[ (1+t)^P - 1 \right]}{t} \quad (4.7)$$

Onde:

$V_1$  - volume médio diário de tráfego no primeiro ano do período que está sendo considerado;

$V_0$  - volume médio diário de tráfego no ano imediatamente anterior ao período que esta sendo considerado;

$t$  - taxa de crescimento anual expressa em decimal.

#### 4.7.2 FATOR DE VEÍCULO

O fator de veículos FV é um coeficiente que multiplicado pelo número de veículos que circulam, dá o número equivalente de eixos padrão, ou seja, transforma o tráfego misto com todas as configurações de eixo em um eixo simples de rodas duplas (eixo padrão). O fator de veículos é determinado pela seguinte equação:

$$FV = FE \times FC \quad (4.8)$$

Onde:

FE - fator de eixos, é um coeficiente que multiplicado pelo número de veículos que circulam, dá o número de eixos correspondentes;

FC - fator de carga é um coeficiente que multiplicado pelo número de eixos que circulam, dá o número equivalente de eixos padrão do ponto de vista destrutivo. Para cada eixo há um fator de equivalência ao eixo padrão. Os fatores de equivalência podem ser obtidos de acordo com o Quadro 4.4.

Para a determinação do fator de veículos é necessário conhecer a composição do tráfego, uma vez que ele é composto por diferentes tipos de veículos e cargas por eixo, que trafegam a diferentes velocidades. A classificação dos veículos encontra-se no Quadro 4.1 (item 4.3). A composição do tráfego é medida, em porcentagem dos diversos tipos de veículos que o formam, e é utilizada:

- no dimensionamento das pistas de rolamento (pavimento);
- no projeto geométrico das vias;
- no planejamento de um sistema de transportes;
- nos planos de desvio de tráfego e etc.

O FV pode ser determinado tendo-se ou não a composição do tráfego da estrada a pavimentar. Quando não se conhece a composição do tráfego lança-se mão de uma estação de pesagem que possa ser tomada como representativa (Souza, 1976).

QUADRO 4.4		
EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DE FATORES DE EQUIVALÊNCIA		
TIPO DE EIXO	MÉTODO (carga em tf)	
	GEIPOT/DNER (DNER, 1985)	DNER/USACE
SIMPLES RODA SIMPLES	$\left(\frac{P}{7,77}\right)^{4,32}$	$\left(\frac{P}{7,77}\right)^{5,2}$
SIMPLES RODA DUPLA	$\left(\frac{P}{8,17}\right)^{4,32}$	$\left(\frac{P}{8,17}\right)^{6,53}$
DUPLO TANDEM RODA DUPLA	$\left(\frac{P}{15,08}\right)^{4,14}$	$2,11 \cdot \left(\frac{P}{15,08}\right)^{7,22}$
TANDEM TRIPLO RODA DUPLA	$\left(\frac{P}{22,95}\right)^{4,22}$	$3,54 \cdot \left(\frac{P}{15,08}\right)^{7,85}$

#### 4.7.2.1 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO

São conhecidos o fator de eixos FE e as percentagens que incidem os diferentes tipos de eixo, por diferentes categorias em peso.

O fator de eixos (FE) é um coeficiente que multiplicado pelo número de veículos que circulam, dá o número de eixos correspondentes, da seguinte forma:

$$n = V_t \times FE \quad (4.9)$$

Onde:

n – conjunto de eixos solicitantes durante o período de projeto;

$V_t$  - volume total de tráfego no período de tempo considerado, calculado de acordo com o item 4.7.1;

O FE pode ser obtido através de uma amostra representativa do tráfego, para a qual se determina n e  $V_t$ , calculando-se o FE, correspondente que se toma como geral.

Classificando-se os eixos simples e tandem, e por categorias ou faixas de peso, é necessário conhecer os diferentes números  $n_j$  correspondentes e as diferentes frequências com que ocorrem estes eixos.

$$n = \sum n_j \quad (4.10)$$

Para se ter os diferentes  $n_j$  é necessária a composição de tráfego, isto é, organizar, através de amostragem, com pesagem de eixos.

FC – fator de carga, para cada eixo há um fator de equivalência ao eixo padrão e que será chamado  $(FC)_j$ ; estes fatores são obtidos de acordo com o Quadro 4.5. Os fatores de equivalência do DNER GEIPOT derivados dos resultados obtidos na pista experimental da AASHTO Road Test mostraram um valor próximo a 4 para esse expoente; daí a razão de se utilizar a expressão “quarta potência” para representar os efeitos relativos de diferentes cargas por eixo sobre o desempenho de pavimentos.

Para o cálculo de FC procede-se de acordo com o Quadro 4.5:

$$FC = \frac{\sum (p_j) \times (FC)_j}{100} \quad (4.11)$$

Onde:

$p_j$  - percentagem com que incidem eixos simples e tandem de peso  $j$ ;

$(FC)_j$  - fator de equivalência ao eixo padrão para cada configuração de eixo;

Quando não é possível calcular diretamente o número de eixos  $n_j$  e os fatores de carga (FC), utiliza-se dados de uma estação de pesagem que se possa tomar como representativa, e classificam-se os veículos nas categorias carros de passeio, ônibus, caminhões leves, caminhões médios, caminhões pesados, reboques e semi-reboques (de acordo com o Quadro 4.1).

QUADRO 4.5 CÁLCULO DOS FATORES DE EQUIVALÊNCIA			
Eixos simples (t)	Porcentagem ( $p_j$ )	Fator de equivalência( $FC_j$ )	Equivalência ( $p_j$ ) x ( $FC_j$ )
$j_1$ . $j_n$			
Eixos tandem (t)	Porcentagem ( $p_j$ )	Fator de equivalência( $FC_j$ )	Equivalência ( $p_j$ ) x ( $FC_j$ )
$j_1$ . $j_n$			

Fonte: (Souza, 1976)

## UTILIZAÇÃO DE BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA NO TRATAMENTO DOS DADOS

### 5.1 INTRODUÇÃO

Durante as décadas de 60 e 70, surgiram novas tendências para que informações fossem mapeadas para a determinação de recursos naturais, avaliação de terras e principalmente no planejamento. Devido à necessidade de inter-relacionamento das diferentes fontes de informação de forma integrada (o que não é possível de ser feito manualmente), começaram a ser criados os primeiros programas de computador com esta finalidade, os chamados *Sistemas de Informações Geográficas (SIG)*.

De forma geral, a principal função de um SIG é a otimização de processos de tomada de decisão ou de uma série de decisões em diferentes níveis. Uma análise das atividades diárias da maioria dos usuários envolvidos em processos de tomada de decisão revela que grande parte dos dados considerados são referenciados espacialmente ou implicam efeitos sobre um dado espaço. Indo um pouco além desta afirmação, pode-se acrescentar o fato de que muitos desses processos se baseiam em informação georreferenciada ou são refletidos, de algum modo, sobre o espaço geográfico.

A verdadeira essência dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) reside na integração de dados provenientes de diferentes fontes de informação (e.g., resultados de levantamentos de campo, dados orbitais e de geographic position system (GPS), dados cartográficos de referência, modelos numéricos de terreno (MNT's), cadastros de informações sócio-econômicas) visando a tomada de decisão ou decisões a diferentes níveis.

Os avanços da tecnologia e inovações ocorridas nas diversas áreas: Geografia, Cartografia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto, Topografia, Geodésia, Engenharia Civil, Ciência da Computação e muitos outros ramos das Ciências Sociais, Ciências Naturais e Engenharias permitiram

grande avanços nas áreas de SIG e a diversificação das suas aplicações: uso da terra, planejamento rural e ambiental, exploração de recursos naturais, *marketing*, agricultura, planejamento urbano e viário, além de quaisquer outras atividades que envolvam a manipulação e análise de dados georreferenciados como parte de processo de tomada de decisões.

Todos estes aspectos, aliados à realidade econômica mundial globalizada e maior competição, assim como às exigências dos usuários no tocante a qualidade e ao grau de produtividade das novas tecnologias, serviram de estímulo para a canalização de esforços das equipes técnicas do DER-PB no que diz respeito a atualização do Mapa Rodoviário da Paraíba em meio digital, visando a geração de um produto manipulável por computador.

Este capítulo tem como objetivo mostrar a utilização de um SIG na geração de um banco de dados de tráfego.

## 5.2 UTILIZAÇÃO DE SIG

O sistema de manejo de banco de dados é usado para entrada, manipulação e análise dos dados, inclui uma série de ferramentas que possibilitam o manejo do componente espacial dos dados geográficos armazenados. Utilizando-se os sistema de manejo de banco de dados, pode-se entrar com os dados no SIG e obter-se tabulações específicas, resumos estatísticos e análises. Em conexão com o banco de dados central, tem-se o sistema de visualização ou exibição, que permite separar elementos de um banco de dados e produzir mapas, tabelas ou gráficos para uma simples visualização na tela de um microcomputador, armazenamento em forma magnética ou impressão em papel, através do uso de impressoras ou plotters. O sistema de vetorização de mapas é um importante elemento do SIG. Com ele é possível converter mapas já existentes em papel para a forma digital, utilizando-se para isso uma mesa e um programa para vetorizar.

Com o objetivo de estudar o efeito do tráfego na avaliação e dimensionamento de pavimentos (gerência de pavimentos) fez-se necessário à utilização de um SIG para a geração do banco de dados de tráfego. A capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos permitiu uma relativa facilidade no manuseio dos dados, uma vez que se tem o Mapa Rodoviário da Paraíba em meio digital.



A elaboração de mapas, a modelagem, busca e análise de uma grande quantidade de dados, todos mantidos em um mesmo ambiente, são requisitos essenciais para a criação e a manipulação de um banco de dados de tráfego, e, sendo essas funções de grande importância para fornecer, aos tomadores de decisões de órgãos de rodoviários, subsídios na elaboração de critérios de alocação de recursos em obras de restauração e manutenção de pavimentos, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica no gerenciamento de rodovias permite que essas funções sejam realizadas com mais eficiência.

Baseado em processos utilizados no dimensionamento e avaliação de Pavimentos e a partir de um Sistema de Informação Geográfica objetiva-se:

- Monitorar postos de contagem de tráfego no Estado da Paraíba;
- Estabelecer diagnóstico, onde serão apontadas falhas/acertos no processo de coleta e análise de dados empregados pelo DER-PB;
- Avaliar a distribuição espacial e temporal do volume de tráfego sobre a malha rodoviária estadual;
- Finalmente, com base nas informações existentes será proposta uma metodologia adequada para a obtenção e análise de dados de tráfego de forma a fornecer elementos adequados ao processo de tomada de decisões no planejamento do sistema rodoviário do estado.

### **5.3 METODOLOGIA**

Para a elaboração do banco de dados de tráfego foi utilizado o mapa da Paraíba, edição 1998, atualizado a partir de Técnicas de Geoprocessamento. Seguiu-se a metodologia proposta por Passos e outros (1998) que pode ser agrupada em duas etapas como vista a seguir:

#### **ETAPA 1**

##### **1.1 LEVANTAMENTO DE TODA A MALHA VIÁRIA DA PARAÍBA**

Nesta etapa, foram percorridas todas as rodovias estaduais paraibanas, além de algumas municipais em processo de estadualização, cujos trechos foram previamente definidos pelo DER e divididos em roteiros de viagem.

O levantamento foi feito utilizando um aparelho de GPS que, acoplado a um automóvel desenvolvendo uma velocidade média de 60km/h, coletava dados a cada 20 segundos. Durante este processo, foram identificados e registrados os principais eventos observados no percurso (e.g., cidades, distritos, vilas, lugarejos, rios, riachos, pontes e pistas de pouso entre outros).

No decorrer do trabalho de campo, os dados foram armazenados em um microcomputador portátil. Ao final de cada roteiro, os dados foram descarregados em microcomputadores do LMRS/PB, para posterior processamento.

## 1.2 GEORREFERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES OBTIDAS E GERAÇÃO DO MAPA RODOVIÁRIO DA PARAÍBA DE 1998 EM MEIO DIGITAL.

Esta etapa foi a mais longa de todo o processo, em virtude do extenso volume de dados a serem manipulados e do grande dispêndio de tempo necessário ao processamento exigido pelos dados de campo.

Esta etapa pode ser subdividida no seguinte conjunto de atividades:

- Processamento dos dados de campo: filtragem dos dados coletados em planilha do Microsoft Excel, visando a leitura posterior pelo *MicroStation*, módulo de entrada de dados do *Mapping Office*, utilizado no processamento dos dados (conversão de pontos, suavização de linhas e tarefas genéricas de edição);
- Georreferenciamento das informações: posicionamento geográfico dos dados processados no mapa rodoviário digitalizado, via *Mapping Office*;
- Edição dos dados: fechamento de polígonos, correção de linhas, padronização de temas, toponímia, etc., do conjunto de informações contido no mapa rodoviário em fase de atualização

(drenagem, limite dos municípios, nomes das cidades, simbologia associada às rodovias e as rodovias propriamente ditas);

- Apresentação parcial de resultados: impressão de todo material gerado para a conferência dos técnicos do DER;

### 1.3 GERAÇÃO DO MAPA RODOVIÁRIO 1998 EM MEIO CONVENCIONAL

Esta etapa foi caracterizada pelas seguintes atividades:

- Compatibilização do formato dos arquivos gerados no *MicroStation* com o formato do *Corel Draw 7.0*;

- Impressão de uma versão preliminar em papel especial (*glossy paper*) para avaliação, pela equipe técnica do DER, de detalhes de editoração (cores, espessuras de linhas, localização de tabelas e vinhetas, etc.) do mapa rodoviário atualizado; O mapa rodoviário estadual pode ser visto na Figura 5.1.

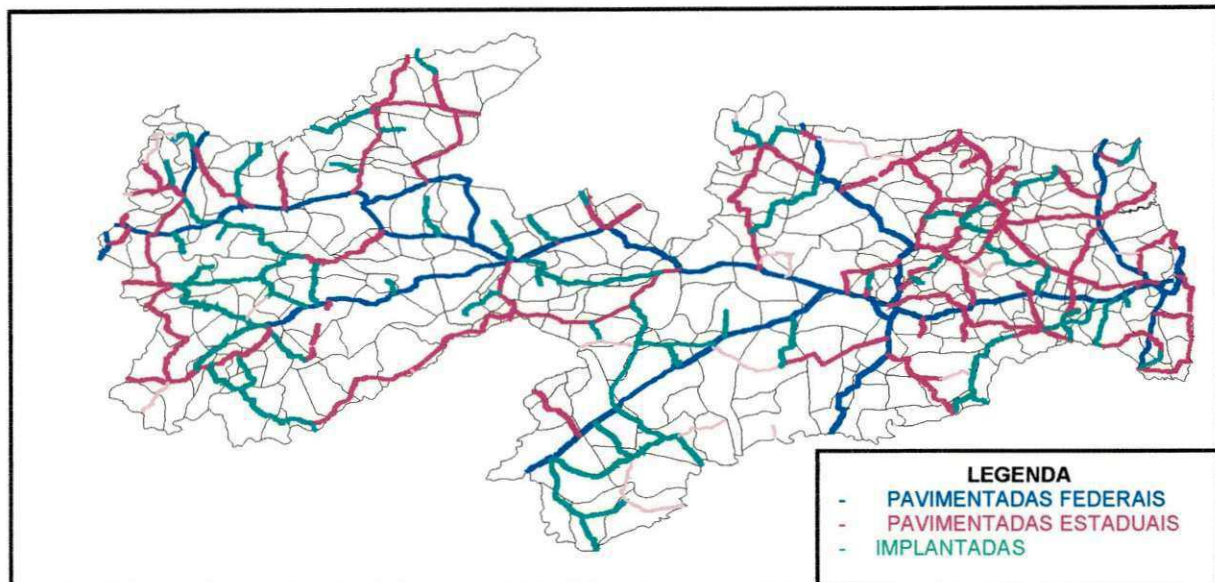
- Editoração final (suavização de linhas, padronização de cores, etc.) a partir de recursos de editoração eletrônica do *Corel Draw 7.0*.

### 1.4 MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DO BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS

Um banco de dados georreferenciados permite a associação de atributos alfanuméricos aos atributos geográficos de um determinado mapa. No contexto do trabalho em questão, o banco de dados possibilitará a associação de um conjunto de informações referentes a cada trecho digitalizado de rodovia.

Para alimentar o banco de dados georreferenciados, criou-se uma base de dados no Microsoft Access contendo um conjunto de informações definidas pelo DER, destinados à caracterização de cada trecho das rodovias, nos mais diversos aspectos (identificação das rodovias, características físicas, técnicas operacionais, dentre outras).

O banco de dados georreferenciados foi desenvolvido no *Mapinfo Professional*, um SIG com recursos e soluções mais simplificadas do que as existentes no *Mapping Office*, porém dotado de facilidades mais práticas de consulta aos dados de interesse.



**Figura 5.1:** Mapa Rodoviário estadual 1998.

## ETAPA 2

Geração de um banco de dados de tráfego mediante a seleção da microrregião de interesse. Esta última etapa consta da elaboração de um “BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS” visando à análise de dados de tráfego nas rodovias pavimentadas no estado da Paraíba. Esta etapa foi caracterizada pelas seguintes atividades:

2.1 análise das séries históricas de volume de tráfego 1970 a 1997 por posto de contagem de tráfego;

2.2 levantamento dos postos de contagem em todo o estado, a lista com a localização dos postos de contagem encontra-se no Quadro 5.1 no anexo 3;

2.3 delimitação atual do estado em microrregiões geográficas;

2.4 localização aproximada dos postos de contagem no mapa rodoviário estadual. O mapa com a localização dos postos de contagem de tráfego pode ser visto na Figura 5.2;



geográficas complexas, como redistribuição de territórios, vinculação a dados remotos, incorporação de objetos de mapas em suas aplicações, criação de mapas temáticos.

#### 5.4 MATERIAL UTILIZADO

- Microcomputador *Pentium* MMX 200MHz, 64MB de memória RAM, Disco Rígido de 3GB, Monitor Colorido de 20", Kit Multimídia 24X.

- Microcomputador *Pentium* MMX 450MHz, 120MB de memória RAM, Disco Rígido de 2GB, Monitor Colorido de 20", Kit Multimídia 24X.

- Microcomputador *Laptop* 486, 16 MB de memória RAM, Disco Rígido de 540MB;

- *Mapping Office (MicroStation 5.00.95)*;

- *MapInfo Professional 4.1*;

- *MapInfo Professional 5.0*;

- *Microsoft Excel 7.0*;

- *Microsoft Access 7.0*;

- *Corel Draw 7.0*;

- Mapa Divisão Política do Estado da Paraíba, em meio digital, na escala 1: 500.000 do

IBGE.

#### 5.5 BANCO DE DADOS

- Volume Médio Diário de tráfego por posto de contagem de tráfego nos anos 1993 e 1997;

- Volume Médio Diário de tráfego por microrregião geográfica;

- Distribuição espacial dos postos de contagem;

- Distribuição temporal do Volume Médio Diário de tráfego.

## ANÁLISE DOS DADOS DE TRÁFEGO NO DER-PB

### 6.1 INTRODUÇÃO

Para o dimensionamento de pavimentos novos ou de reforço e para a avaliação de pavimentos, o efeito tráfego é considerado através do número de repetições de carga por eixo padrão de 8,2t (N). Por sua vez, esse número é função do volume médio diário do tráfego durante o período de projeto, dos fatores de eixo e dos fatores de carga. O fator de veículo (FV) é o resultado do produto do fator de eixo (FE) pelo o fator de carga (FC). O volume médio diário de tráfego (VMD) é obtido através da contagem dos veículos em determinado ponto da rodovia.

Em julho 1969 deu-se início no Nordeste a um programa permanente de contagem de tráfego, estabelecido pela SUDENE em convênio com os DER's, através da sua divisão de planos e programas. O programa abrangia os nove estados compreendidos na área de ação da SUDENE, envolvendo tanto rodovias estaduais como federais e, no decorrer do programa, foram incluídas rodovias municipais. Era empregada uma metodologia própria e tinha como objetivo a obtenção de uma série temporal que caracterizasse o tráfego de veículos nos estados. O programa foi suspenso em 1982 e reiniciado em 1991 pelo DER e por este vem sendo mantido de forma precária.

Para uma melhor descrição histórica do caso da PB, a metodologia foi dividida por períodos, o que se deve a mudanças ocorridas na metodologia no decorrer dos 30 anos analisados.

Esse capítulo tem por objetivo avaliar a base de dados de tráfego no estado. Para tal é necessário descrever a (s) metodologia (s) empregada (s) pelos órgãos DER-PB e DNER na avaliação na malha rodoviária da Paraíba, estabelecer critérios de análise, analisar e discutir os resultados.

## 6.2 METODOLOGIA EMPREGADA PELO DER-SUDENE (1969-1979)

As contagens de tráfego realizadas entre 1969 e 1979 tiveram como objetivo a determinação do volume médio diário anual (VMD) de veículos que transitavam em todos os trechos da malha rodoviária do estado, de maneira que possibilitasse o conhecimento da estrutura do tráfego na Paraíba.

A metodologia estabelecida pela SUDENE para as contagens levou em consideração as variações sazonais dos produtos agrícolas, que pareciam provocar variações no volume de tráfego. Em tais flutuações firmou-se uma diretriz que permitiu a escolha da rede rodoviária e os detalhes das unidades de contagens tais como localização, tipo, quantidade e período da contagem.

Um vez iniciado o programa em 1969, com o decorrer do tempo os métodos de contagem de tráfego, sofreram refinamentos, devido ao surgimento de novas tecnologias e aumento da malha viária.

### 6.2.1 MALHA RODOVIÁRIA DO PROGRAMA

A malha rodoviária do programa da SUDENE foi estabelecida com base no censo de tráfego de 1970, e que corresponde a 36% da rede cadastrada no Nordeste pelo GEIPOT em 1967. Essa malha, definida pelo agrupamento de rotas com variações semelhantes de tráfego, tomou possível a seleção de trechos de estradas que definissem uma malha rodoviária alimentadora de dados, e que levasse em conta os aspectos relacionados com o tráfego interestadual, com os programas de construção e conservação dos órgãos rodoviários da região (DER-SUDENE, 1970/1979).

### 6.2.2 POSTOS DE CONTAGEM

- LOCALIZAÇÃO

Foram selecionados postos permanentes, sazonais e de cobertura com base nas informações obtidas na análise da malha rodoviária estabelecida no programa.

Os postos de contagem foram instalados às margens das rodovias e em locais afastados das extremidades dos trechos, evitando-se assim possíveis distorções e assegurando uma aceitável



representatividade do tráfego ao longo do trecho em questão. Foram instalados em casas de turma e postos fiscais, ou em barracas de lona ao lado da estrada, sempre em locais que permitissem uma boa identificação dos veículos.

- **TIPOS**

No início do programa, em 1969 e 1970 foram implantados apenas postos permanentes com a denominação de principais, e de cobertura com a denominação de secundários. Em 1971 foram estabelecidos postos permanentes, sazonais e de cobertura.

1. **POSTOS PERMANENTES**

A localização dos postos permanentes foi definida pela análise da variação sazonal da produção agrícola e pela análise do censo de contagem de tráfego de 1970. As contagens nele foram feitas num período de 24 horas durante os 7 dias da semana, geralmente associados às principais fontes geradoras de tráfego, de maneira a refletir as características do tráfego e expandir as contagens de curto período realizadas pelos postos de cobertura.

2. **POSTOS SAZONAIS**

Os postos sazonais foram localizados de forma a permitir a identificação de todos os trechos, com VMD acima de 300, com variações mensais semelhantes no volume de tráfego.

Também foram implantados em trechos com VMD abaixo de 300 para permitir uma análise completa dos dados no final do primeiro ano de contagem, de maneira a estabelecer as características do volume de tráfego diário.

3. **POSTOS DE COBERTURA**

Esses postos foram localizados em trechos definidos por interseções e cidades. As contagens foram feitas na base de um período de 48 horas, uma vez por ano. Tiveram caráter predominantemente complementar, a fim de permitir a cobertura total da rede e informar sobre os tipos de veículos.

- **QUANTIDADE**

Em toda a região de abrangência do levantamento da SUDENE, nos anos de 1969 e 1970 foram fixados 188 postos dentre os quais 70 permanentes. Em 1979, foram fixados no nordeste 1.503 postos, com a seguinte discriminação: 48 postos permanentes; 109 postos sazonais e 1.346 postos de cobertura. Dentre estes, 4 postos permanentes, 9 sazonais e 172 de cobertura foram fixados no estado da Paraíba.

A partir de 01/04 /1979, os postos permanentes foram transformados em sazonais, passando então a só serem realizadas contagens nos postos sazonais e de cobertura.

- **PERÍODOS DE CONTAGEM**

As contagens nos postos permanentes foram realizadas todos os dias no período de um ano. As contagens nos postos sazonais foram realizadas de acordo com os cronogramas do anexo 5, para todos os anos em que foram realizadas contagens.

As contagens nos postos de cobertura foram realizadas em diferentes dias.

- **FORMULÁRIOS DE COLETA DE DADOS**

Foi elaborado um formulário para anotação de volumes e classificação de veículos nas contagens manuais. Permitiu-se a perfuração de cartões de maneira direta, evitando-se assim a operação intermediária de transferência. Os formulários eram preenchidas no escritório com as seguintes informações:

- i - estado;
- ii - rodovia;
- iii - data;
- iv - posto;
- v - local.

No campo, eram anotadas na primeira folha a hora inicial e final de cada período. O campo inferior da folha era usado para anotação de observações ou irregularidades no volume de tráfego.

O estado era registrado por um número-código, e quando necessário registrava-se o número e o nome do estado. Foi anotada a designação alfanumérica da rodovia, casos em que uma rodovia apresentava numeração federal ou estadual, utilizou-se a numeração do órgão responsável juridicamente pela rodovia. O número do posto no qual se procedeu a contagem era registrado da seguinte forma:

Posto permanente número 15, registrou-se:

P	0	1	5
---	---	---	---

A localização do posto de contagem era registrada através dos pontos extremos do trecho em que se realizou a contagem. Como exemplo o posto de cobertura C-103 está localizado na BR-101 no trecho que vai da entrada da PB-071 a Mamanguape.

- **CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS**

A classificação dos veículos foi feita de acordo com o sistema adotado pelo DNER ver Quadro 4.1 (item 4.3, capítulo 4).

- **CORREÇÃO DAS VARIAÇÕES SAZONAIS NOS POSTOS DE COBERTURA**

Os postos de cobertura cobriram períodos de 48 horas ao ano. Rigorosamente, tal fato deveria implicar em ajustamentos de contagens que refletissem as variações do tráfego ao longo da semana, destas em relação ao mês e, finalmente, dos meses em relação ao ano.

Considerando a existência de uma relativa estabilidade dos fluxos dentro dos diversos meses, concluiu-se que tais ajustamentos deveriam ficar restritos aos requeridos pelo comportamento sazonal do tráfego. Para tal definiu-se um fator mensal por grupo de postos relacionando o VMD anual e o VMD mensal, ou seja:

$$F = \frac{\text{VMD}_{\text{anual}}}{\text{VMD}_{\text{mensal}}} \quad (6.1)$$

A partir daí, o VMD anual pode ser estimado como função do VMD mensal (obtido dos postos de cobertura).

$$\text{VMD}_{\text{anual}} = \text{VMD}_{\text{mensal}} * F \quad (6.2)$$

Os postos de cobertura foram agrupados de acordo com critérios estabelecidos em metodologia específica, alocando-se a cada um dos diversos grupos obtidos um valor determinado para o fator mensal. Estes fatores foram calculados para os grupos durante todos os anos em que foram realizadas contagens.

Uma vez suspenso o programa pela SUDENE, as contagens de tráfego continuaram sendo realizadas pelo DER só que de forma aleatória, em trechos onde a informação se fazia necessária, mas sem considerar o efeito da sazonalidade nas variações volume de tráfego.

#### • APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados coletados durante o (s) período (s), foram uniformizados, selecionados e sumariados nível sub-regional. As informações sobre volume e categoria dos veículos eram apresentadas sob forma tabular, gráficos e mapas de fluxos, de modo a fornecer uma amostragem do comportamento do tráfego. Foram obtidos:

- volume médio diário de tráfego, com a participação do tipo de veículo (Quadro 6.1);
- dados mensais e composição de tráfego, com participação do veículo (Quadro 6.2);
- dados semanais de tráfego (Quadro 6.3);
- dados horários de tráfego, volumes máximos consecutivos (Quadro 6.4);
- composição do tráfego, VMD por dia da semana (Quadro 6.5);
- composição do tráfego, VMD por mês (Quadro 6.6);
- gráficos contendo a distribuição do VMD por dia da semana (Figura 6.1);
- gráficos contendo o VMD por mês e composição de tráfego (Figura 6.2);
- dados horários de tráfego, volumes médios horários por mês (Quadro 6.7);

- gráficos contendo o volume horário com curva de distribuição de frequência (Figura 6.3).

QUADRO 6.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO							
RODOVIA	TRECHO	POSTO	VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO				
BR 361	Entr.BR-426 - Entr.BR-366	C040	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	CAMINHÕES	OUTROS	TOTAL
			108	15	83	1	207

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)

QUADRO 6.2 DADOS MENSAIS DE TRÁFEGO - ANO VMD E RAZÃO (PC) = VMD MENSAL/VMD ANUAL																
TIPO DE VEÍCULO	CARROS DE PASSEIO		ÔNIBUS		CAMINHÕES		CAMINHÕES SIMPLES		CAMINHÕES DUPLOS		REBOQUE E S. REBOQUE		OUTROS		TOTAL	
	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC
JANEIRO	1574	1,08	201	0,97	284	1,07	541	1,24	180	0,94	20	0,11	10	1,67	2809	1,09
xxxxxx	xxxx	xx	xxxx	xxx	xxxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx
DEZEMBR	1627	1,12	233	1,12	268	1,01	485	1,11	281	1,45	20	1,11	5	0,83	2920	1,13
ANUAL	1453	1,00	208	1,00	265	1,00	435	1,00	194	1,00	18	1,00	6	1,00	2579	1,00

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)

QUADRO 6.3 DADOS SEMANAIS DE TRÁFEGO - ANO VMD E RAZÃO (PC) = VMD /VMD MENSAL																		
DIA	SEGUNDA		TERÇA		QUARTA		QUINTA		SEXTA		SÁBADO		DOM E FER		SEG.SEXT		TOTAL	
	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC
JANEIR.	2882	1,03	2815	1,00	2657	0,96	2875	1,02	3209	1,14	2873	1,09	2333	0,83	2905	1,03	2809	1,0
xxxxxx	xxxx	xx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx
DEZEM.	2870	0,98	3064	1,04	3054	1,05	2926	1,00	3227	1,11	1301	1,03	2362	0,81	3023	1,04	2920	1,0
ANUAL	2594	1,01	2577	1,00	2620	1,02	2640	1,02	2360	1,11	2613	1,01	2220	0,85	2659	1,03	2579	1,0

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)

**QUADRO 6.4**  
**DADOS HORÁRIOS DE TRÁFEGO - ANO**  
**VOLUMES MÁXIMOS CONSECUTIVOS**

ORDEM	VOLUME	HORA	DIA	DATA	ORDEM	VOLUME	HORA	DIA	DATA
1	489	15-16	Sexta	76/Dez	5	326	15-16	Qua	31 dez
2	470	19-20	Domingo	76/Set	6	319	16-17	Qua	12 out
3	449	16-17	Quinta	76/jun	7	314	16-17	Dom	07 Fev
4	410	14-15	Quinta	76/jun	8	313	16-17	Dom	31 Agosto

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)

**QUADRO 6.5**  
**CLASSIFICAÇÃO POR VEÍCULOS - ANO**  
**VMD POR DIA DA SEMANA**

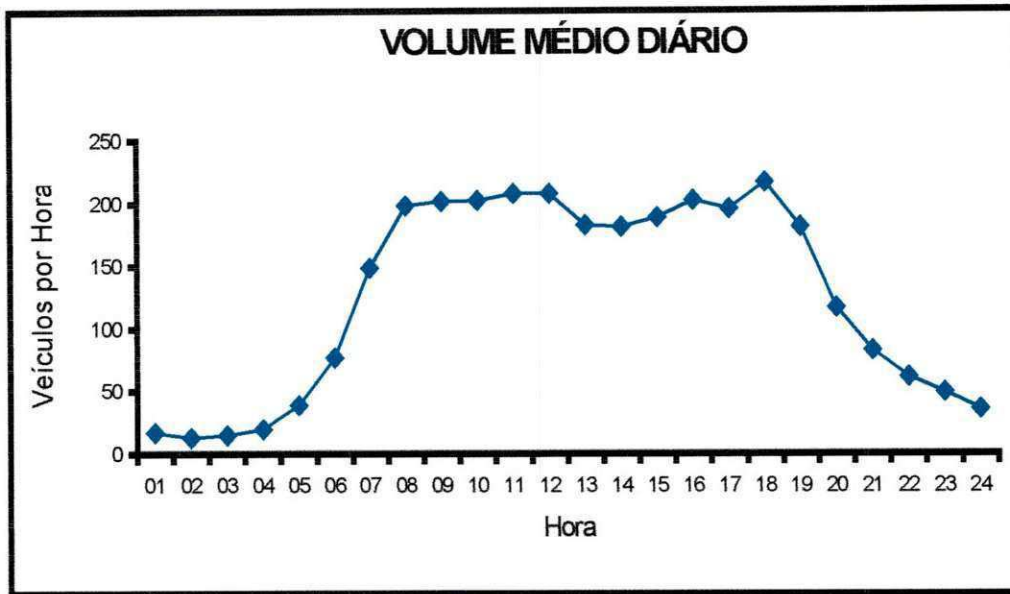
TIPO DE VEÍCULO	CARROS DE PASSEIO		ÔNIBUS		CAMINHÕES		CAMINHÕES SIMPLES		CAMINHÕES DUPLOS		REBOQUE E S. REBOQUE		OUTROS		TOTAL	
	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC
DIA																
SEGUNDA	1437	53,7	223	8,6	252	9,7	440	16,9	218	8,4	17	0,7	6	0,2	2594	100
xxxxxxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx
SAB.	1565	59,8	213	8,1	269	10,3	380	14,5	161	6,2	17	0,6	7	0,8	2613	100
D E FER	1551	69,8	197	8,9	194	8,7	183	8,2	78	3,5	9	0,4	9	0,4	2220	100
SEG. SEX	1922	52,9	210	7,9	281	10,6	506	19,0	239	8,6	21	0,8	4	0,2	2559	100
ANUAL	1543	56,2	208	8,0	265	10,3	435	15,8	194	7,5	18	0,7	6	0,2	2579	100

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)

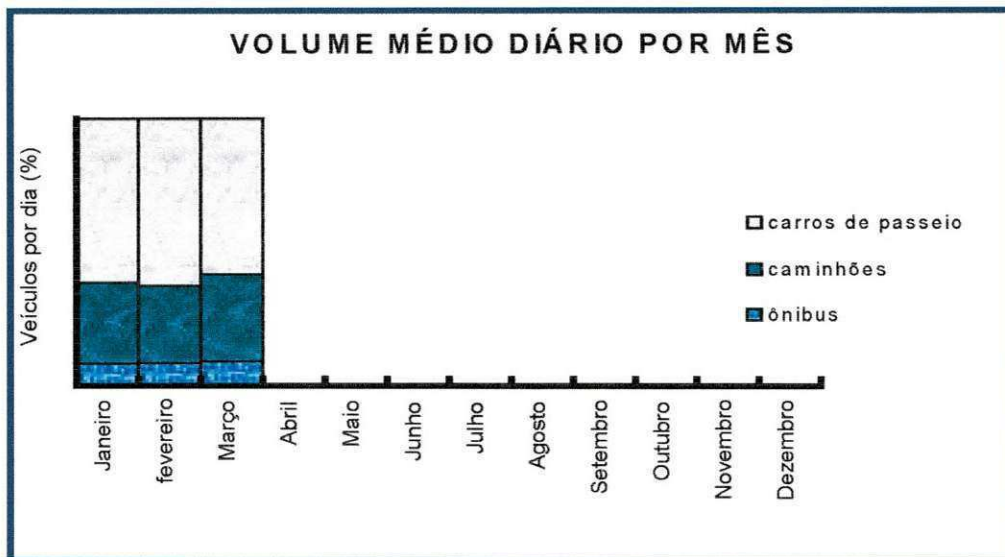
**QUADRO 6.6**  
**CLASSIFICAÇÃO POR VEÍCULOS - ANO**  
**VMD POR MÊS**

TIPO DE VEÍCULO	CARROS DE PASSEIO		ÔNIBUS		CAMINHÕES		CAMINHÕES SIMPLES		CAMINHÕES DUPLOS		REBOQUE E S. REBOQUE		OUTROS		TOTAL	
	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC
MÊS																
JANEIRO	1574	55,9	201	7,1	284	10,1	541	19,2	180	6,4	20	0,7	10	0,4	2809	100
xxxxxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx
DEZ	1627	55,6	233	8,0	268	9,2	485	16,6	281	9,6	20	0,7	5	0,2	2920	100
ANUAL	1453	56,2	208	8,0	265	10,3	435	16,8	194	7,5	18	0,7	6	0,2	2579	100

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)



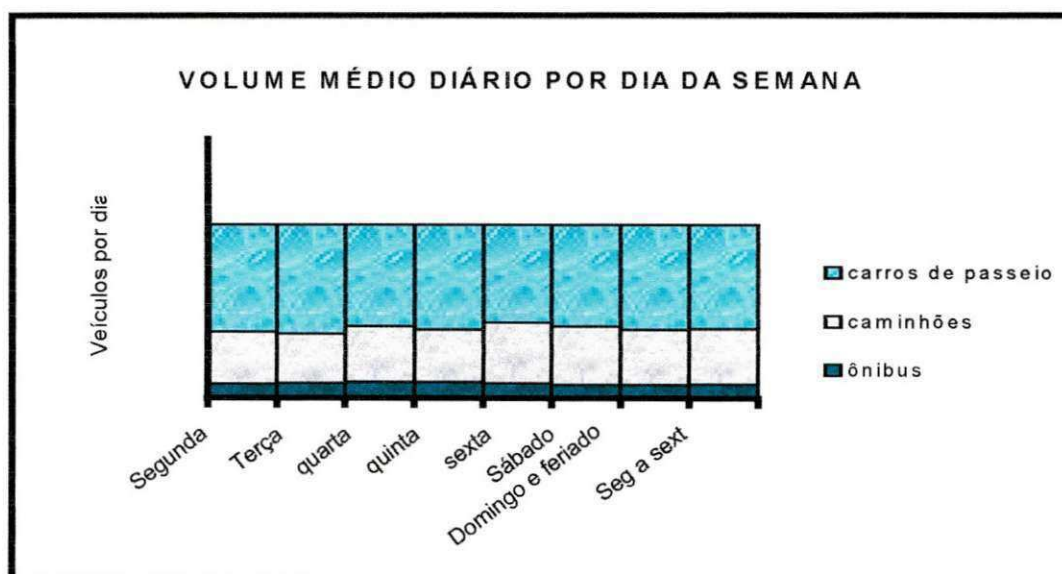
**Figura 6.1:** Distribuição de VMD por dia da semana.  
(DER-SUDENE, 1969/1979)



**Figura 6.2:** VMD por mês e composição do tráfego  
(DER-SUDENE, 1969/1979)

QUADRO 6.7 DADOS HORÁRIOS DE TRÁFEGO – ANO VOLUMES MÉDIOS HORÁRIOS POR MÊS																
MÊS	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		XXXXX		DEZEMBRO		ANUAL	
HORA	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	VMD	PC	xxx	xxx	VMD	PC	VMD	PC
00-01	26	1	23	1	19	1	18	1	17	1	xxx	xxx	32	1	23	1
xxxxxx	xxxxx	xx	xxxx	xxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxxx	xxxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxx
23-24	38	1	33	1	30	1	28	1	26	1	xxxx	xxx	45	2	34	1
TOTAL	2809		2683		2433		2328		2280		xxxx	xxxx	2920		2579	

Fonte: (DER-SUDENE, 1969/1979)



**Figura 6.3:** Volume médio horário com curva de distribuição de frequência  
(DER-SUDENE, 1969/1979)

### 6.3 METODOLOGIA EMPREGADA PELA SUDENE-DER (1980, 1981 E 1982)

A metodologia empregada nos anos de 1981, 1982 e 1983 é a mesma empregada nos anos anteriores (1969 a 1979). Foram fornecidas informações apenas sobre o local do posto e sua identificação, o volume médio anual de tráfego nos referidos anos e a classificação dos veículos.



Os postos permanentes foram transformados em sazonais e a numeração dos postos foi modificada devido a problemas ocorridos quando da consulta aos dados de tráfego e da localização dos postos de contagem. Desta forma, foi elaborado um novo sistema de identificação dos postos que usava a designação de trechos estabelecidos na rede rodoviária do plano Nacional de Viação e nos sistemas rodoviários estaduais. Os trechos rodoviários estabelecidos pela divisão em trechos eram numerados em ímpares para facilitar uma eventual subdivisão. Na numeração adotada cada um dos trechos foi subdividido em 9 (nove) subtrechos iguais, sendo o número 1 representando o início do trecho, o número 3 o fim do trecho e o número 5 o meio do trecho. Esta numeração possibilitou acrescentar ou eliminar postos em qualquer trecho de uma rodovia sem interferência na seqüência do número do trecho e dos demais postos. Apesar de não fornecer a localização exata do posto na rodovia (distância em quilômetros) a um dos extremos do trecho, essa numeração fornece a localização aproximada, não oferecendo dificuldade na identificação nos mapas.

#### **6.4 METODOLOGIA EMPREGADA ATUALMENTE PELO DER-PB**

O programa de contagem de tráfego estabelecido pelo convênio DER-SUDENE foi interrompido em 1982 e reiniciado em 1991 pelo DER. O mesmo foi retomado de acordo com metodologia estabelecida no antigo programa (ver item 6.1) com algumas modificações:

- a malha rodoviária do programa é a mesma, foram acrescentados novos postos de contagem para melhor cobertura da rede incluindo o surgimento de novos municípios;
- não são realizadas contagens nos postos permanentes. Foram selecionados apenas postos sazonais e de cobertura com base nas variações sazonais dos produtos agrícolas;
- foram estabelecidos novos postos de cobertura, localizados em rodovias da zona canavieira. As contagens nestes postos foram feitas em períodos de 48 horas, uma vez por ano, e tiveram caráter predominantemente complementar;
- no estado da Paraíba existem 201 postos de cobertura e 3 postos sazonais.
- as contagens nos postos são realizadas em diferentes dias;

- devido a falta de dados dos postos de contagem permanente, o fator mensal é considerado de acordo com o último ano em que foi realizada uma contagem;
- no relatório final, os dados de contagem são apresentados sem tratamento estatístico, ou seja, brutos.
  
- os postos de cobertura são identificados utilizando o sistema de marcos quilométricos.

Devido a problemas de caráter técnico-administrativos da instituição, as contagens não puderam ser realizadas de forma rigorosa. Não foram realizadas contagens no período 1983 a 1989 e durante todo o período de 1990 a 1999, não foram realizadas contagens nos períodos 1994 a 1996, apenas em 1997 foi realizada uma contagem completa abrangendo todos os postos estabelecidos. Durante todo o período 1989 a 1990 as contagens realizadas consideraram o efeito da sazonalidade. Desta forma, não foi possível gerar uma série histórica contínua que caracterizasse o volume de tráfego no estado da Paraíba.

Diante das flutuações na economia, o fluxo de tráfego se altera de ano a ano, o que gera a necessidade de um cuidado especial na utilização de dados remotos ou incompletos, o que pode levar a um tratamento inadequado do problema.

## 6.5 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS

Passa-se a fazer uma análise crítica dos dados existentes. De forma geral as metodologias empregadas na execução das contagens é falha quando se considera a distribuição espacial dos postos de contagem, a continuidade das séries históricas e os fatores mensais.

A distribuição espacial dos postos de contagem parece falha no que diz respeito aos critérios técnicos utilizados quando da sua realização. A interrupção do programa de contagens de tráfego nos períodos 1983 a 1989, 1994 e 1996, gerou uma descontinuidade nas séries históricas de tráfego. Sendo prejudicial à estimativa do tráfego futuro que irá solicitar a via durante o período de projeto.

Os fatores mensais foram estabelecidos para um grupo de postos em cada ano em que foram realizadas contagens. Os critérios utilizados para estabelecer os postos não constam na metodologia descrita. Desta forma não se sabe que características possui determinado grupo de postos. A seguir,

passa-se a analisar mais detalhadamente cada aspecto do banco de dados de contagem disponível do estado da Paraíba.

### **6.5.1 DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM**

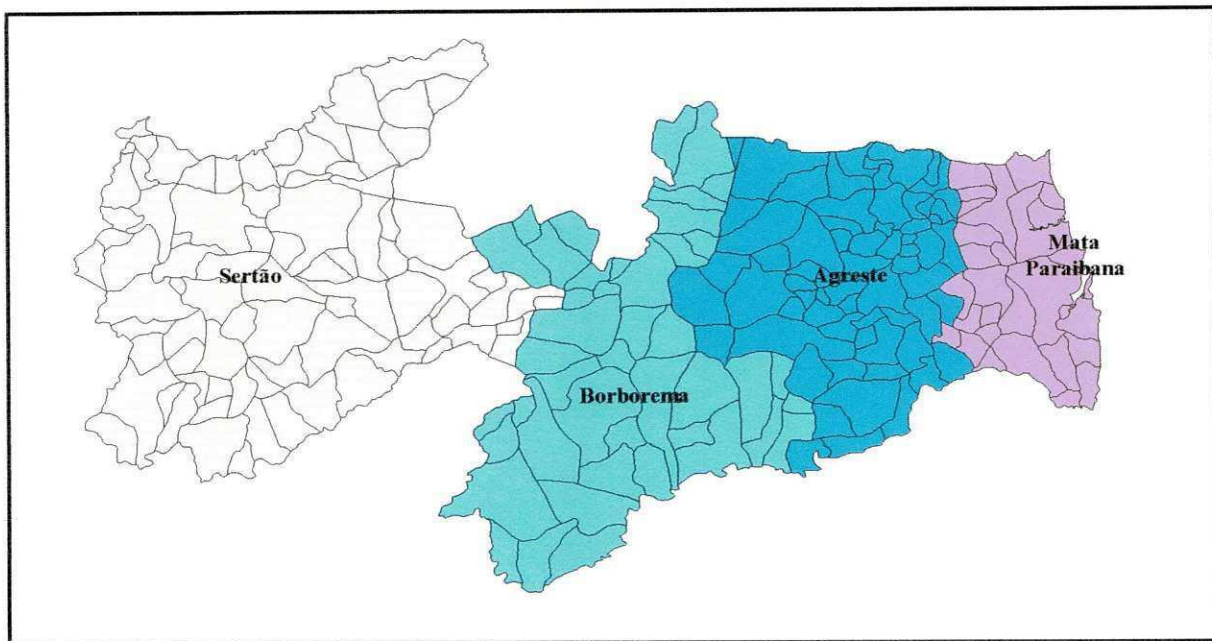
Para a análise da distribuição espacial dos postos de contagem de tráfego considerou-se neste trabalho a regionalização do estado da Paraíba ano de 1997, último ano em que foram realizadas contagens em todos os postos da rede estadual.

De acordo com as atividades econômicas, polarização dos centros urbanos e tipos de regionalização a Paraíba já foi dividida em Regiões Fisiográficas (1945), Regiões Geográficas (1965), Microrregiões Homogêneas (1968/1990) Mesorregiões e Microrregiões Paraibanas (1987/1991) (Lins, 1997).

A análise tem como base as contagens realizadas nos postos do programa DER/SUDENE, e que por possuir uma metodologia específica, nos permite fazer uma análise comparativa, uma vez que após o término do convênio as contagens passaram a ser realizadas de forma aleatória, sem considerar as variações sazonais nos postos de cobertura.

O projeto de Revisão da Divisão do Brasil em microrregiões homogêneas dividiu a Paraíba em quatro mesorregiões. A mesorregião é uma área individualizada, em uma Unidade da Federação, que apresenta formas de organização do espaço definidas e tem o processo social como determinante, o quadro rural como condicionante, e a rede de comunicação e de lugares como elemento de articulação espacial, o que ocasionou a existência de paisagens distintas e diferentes formas de uso do solo. A Figura 6.4 apresenta a Divisão do Estado da Paraíba em Mesorregiões.

No tocante aos aspectos econômico, social e político, a Paraíba está dividida em 04 (quatro) mesorregiões, denominadas de acordo com a classificação estabelecida pelo IBGE: Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano. Essas mesorregiões estão, por sua vez, desagregadas em 23 microrregiões geográficas.



**Figura 6.4:** Mapa : Divisão do Estado em Mesorregiões

O espaço geográfico urbanizado é o resultado do uso dos recursos naturais pelos agentes econômicos; é através da produção que o espaço se torna social e distingue-se do espaço natureza. O espaço social, a indústria, o comércio e os serviços definem os fluxos de tráfego em uma determinada região. A Mesorregião e a Microrregião constituem a base sobre a qual se assentam os dados estatísticos oficiais.

Desta forma foi escolhida a Microrregião Geográfica para a análise dos dados disponíveis. O manuseio dos dados em nível de mapas é feito com o auxílio do Software Mapinfo Professional. O comércio, ainda hoje responsável pela geração do maior PIB da Paraíba, esteve, em sua essência, ligado às atividades agroexportadoras de dois complexos agrícolas principais: o canavieiro e o da pecuária (algodão e culturas de subsistência). Neste sentido é destacável o fato deste setor haver sido, em última instância, responsável pela instituição e dinamização da grande maioria dos centros urbanos situados no interior. Com as mudanças no modelo agroexportador, de que resultou a crise nas atividades canvieira, algodoeira e sisaleira, por volta dos anos 70/80, o comércio foi também o primeiro a mostrar sinais de decadência vividos pelas economias ligadas ao mundo rural.

As Microrregiões Paraibanas são: João Pessoa, Litoral Sul, Sapé, Litoral Norte, Curimataú Ocidental, Curimataú Oriental, Esperança, Brejo, Guarabira, Campina Grande, Itabaiana, Umbuzeiro, Cariri

Oriental, Cariri Ocidental, Seridó Oriental Paraibano, Seridó Ocidental Paraibano, Catolé do Rocha, Cajazeiras, Souza, Patos, Piancó, Itaporanga e Serra de Teixeira. O mapa com as 23 Microrregiões Geográficas e os municípios que a compõem pode ser visto na Figura 6.5.

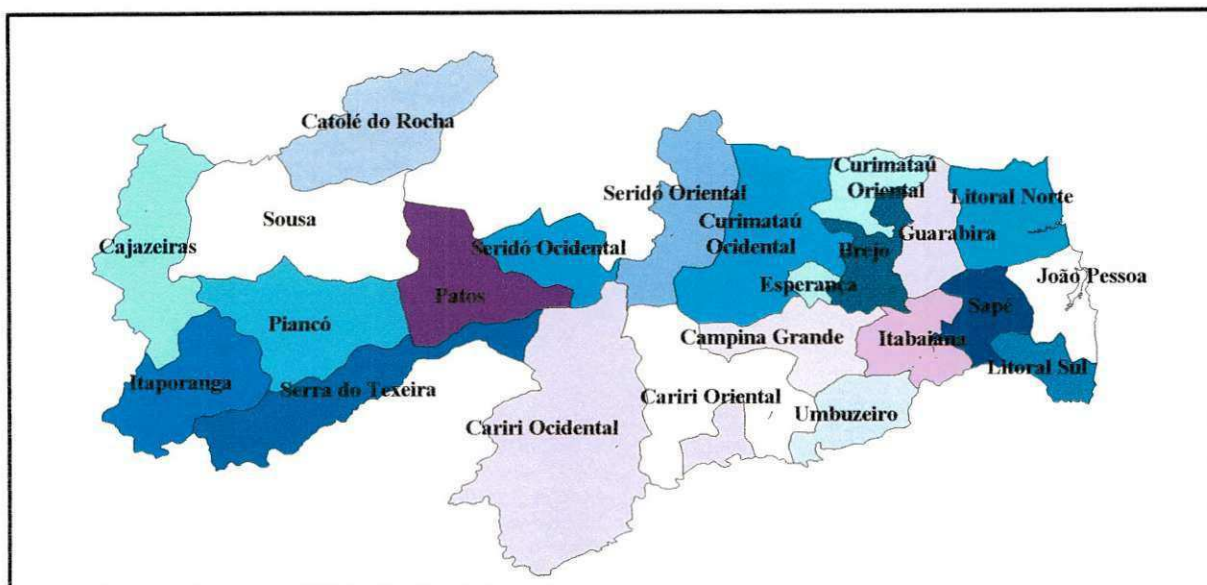


Figura 6.5: Mapa: Divisão do Estado em Microrregiões Geográficas

#### 6.5.1.1 CARACTERÍSTICAS DAS MICRORREGIÕES PARAIBANAS

##### 1. MICRORREGIÃO DE JOÃO PESSOA

A microrregião de João Pessoa está localizada na mesorregião da Mata Paraibana e é composta dos municípios de Bayeux, Cabedelo, Conde, Lucena, João Pessoa e Santa Rita. Região onde ocorre a maior concentração de indústrias e serviços, e tem como João Pessoa o seu núcleo polarizador. É em João Pessoa onde estão localizadas as principais indústrias e os principais serviços (públicos e privados) do Estado.

É em João Pessoa, Santa Rita, Cabedelo e Bayeux que se concentravam 45,6% do número de indústrias existentes na Paraíba de acordo com dados de 1993.

Santa Rita, Cabedelo e Bayeux já se encontram integrados ao centro regional de João Pessoa. Tem-se a plantação de açúcar como cultura principal, destaca-se também a produção de coco e a pesca.

No Conde, a cana, a fruticultura, a produção de subsistência e, mais recentemente, o inhame, partilham o espaço ao lado da atividade pecuária praticada em pequenas propriedades. A atividade agrícola é pouco desenvolvida nos outros municípios. Em João Pessoa distingue-se a produção de hortigranjeiros, em Bayeux a pecuária de grande porte, voltada para a produção de leite.

Todas as microrregiões que pertencem ou pertenceram a mesorregião da mata Paraibana entre 1970 e 1985 sofreram um aumento acentuado na produção de cana-de-açúcar. João Pessoa possui 12 (doze) postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.175 km<sup>2</sup>

## **2. MICRORREGIÃO DO LITORAL SUL**

A microrregião do Litoral Sul está localizada na mesorregião da Mata Paraibana. Situada na porção meridional da litoral paraibano é formada pelos municípios de Alhandra, Caaporã, Pedras de Fogo e Pitimbú. Sofreu forte avanço na produção da cana-de-açúcar.

Entre as microrregiões que compõem a mesorregião da Mata Paraibana o Litoral Sul é a que apresenta um crescimento significativo da produção da cana-de-açúcar entre 1970 e 1985. O Litoral Sul possui 07 (sete) postos de cobertura distribuídos em uma área de 881 km<sup>2</sup>.

## **3. MICRORREGIÃO DE SAPÉ**

A microrregião de Sapé é a mais interiorana da mesorregião da Mata Paraibana é composta pelos municípios de Cruz do Espírito Santo, Jupiranga, Mari, Pilar, São Miguel de Taiçu e Sapé.

O abacaxi e o inhame fazem parte das combinações agrícolas regionais e sofrem grande influência da variação da cana de açúcar e das oscilações do mercado externo. Caracterizam-se por uma cultura temporária. Pecuária de grande porte voltada para a produção de carne e leite. Com exceção de Pilar e Mari a estrutura da produção até 1975 baseava-se numa policultura alimentar diversificada e na criação extensiva de gado. Sapé possui 12 (doze) postos (2 sazonais e 10 de cobertura) distribuídos em uma área de 1.246 km<sup>2</sup>.

## **4. MICRORREGIÃO DO LITORAL NORTE**

A microrregião do Litoral Norte está localizada na mesorregião da Mata Paraibana. Corresponde ao trecho norte do litoral a Paraibano. É composta dos municípios de Baía da Traição, Itaporanga, Jacaraú, Mamanguape, Mataraca e Rio Tinto. Tem a produção açucareira como predominante na região, sendo complementada pela pecuária extensiva de grande porte voltada para a produção de carne e leite. Nela são encontradas a Usina Monte Alegre e a Destilaria Autônoma de Santo Antônio, localizadas em Mataraca. Dois centros de serviços atendem a população: Mamanguape e Rio Tinto. O Litoral Norte possui 07 (sete) postos distribuídos em uma área de 2.025 km<sup>2</sup>.

#### **5. MICRORREGIÃO DE ITABAIANA**

A microrregião de Itabaiana está localizada na mesorregião do Agreste. É composta dos municípios de Caldas de Brandão, Gurinhém, Ingá, Itabaiana, Itatuba, Juarez Távora, Mogeiro e Salgado de São Félix. A cultura da cana alcançou, entre 1975 e 1985, os municípios de Itabaiana e Gurinhém, onde substituiu tanto a lavoura comercial (algodão herbáceo) como a policultura alimentar. Atualmente a cana já acha-se praticamente desaparecida em Gurinhém e parou de se expandir em Itabaiana. É a pecuária melhorada (em especial a de corte) que vem comandando a organização do espaço regional. Itabaiana possui 09 (nove) postos de cobertura e 01 (um) sazonal distribuídos em uma área de 1.428 km<sup>2</sup>.

#### **6. MICRORREGIÃO DE ESPERANÇA**

A microrregião de Esperança está localizada na mesorregião do Agreste Paraibano é composta pelos municípios de Areial, Esperança, Montadas e São Sebastião da Lagoa de Roça. A sua produção agrícola voltada para a plantação de batata inglesa e para a policultura alimentar praticada sobretudo por pequenos proprietários, parceiros e ocupantes. A atividade artesanal é complementar a agricultura, destacando-se o bordado manual, a confecção de bonecos de estopa e de santos de madeira. Areia e Campina Grande são os centros urbanos mais próximos. Possui 01 (um) posto de cobertura distribuído em uma área de 258 km<sup>2</sup>.

#### **7. MICRORREGIÃO DO CURIMATAÚ OCIDENTAL**

A microrregião de Curimataú Ocidental também conhecida como microrregião de Cuité, se encontra localizada na mesorregião do Agreste Paraibano. É composta dos municípios de Barra de Santa Rosa, Cuité, Olivedos, Pocinhos, Remígio e Soledade. O Sisal é o produto agrícola de maior peso para a economia regional, daí a identificação da área como a região sisaleira do Estado. Ao lado da produção do sisal desenvolve-se, principalmente nos trechos mais úmidos da serra do Cuité, Remígio e Pocinhos, uma atividade policultora alimentar. A criação extensiva de gado complementa a atividade agrícola da região. O Curimataú Ocidental possui 07 (sete) postos de cobertura distribuídos em uma área de 3.931km<sup>2</sup>.

## **8. MICRORREGIÃO DO CURIMATAÚ ORIENTAL**

A microrregião do Curimatú Oriental ou microrregião de Araruna está localizada na mesorregião do Agreste Paraibano. É composta dos municípios de Arara, Araruna, Cacimba de Dentro, Dona Inês, Solânea e Tacima. Até 1980 destacava-se à produção do algodão, e de produtos alimentares básicos dentre os quais destacava-se o feijão mulatinho a mandioca e o milho. A pecuária de grande porte é voltada para a produção de carne e leite.

Distinguem-se os centros de influência regional: Cajazeiras, Sousa e Patos e os centros de comercialização e produção de serviços Teixeira, Princesa Isabel, Piancó, Itaporanga e Pombal. O Curimataú Oriental possui 10 (dez) postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.270 km<sup>2</sup>.

## **9. MICRORREGIÃO DE UMBUZEIRO**

A microrregião de Umbuzeiro está localizada na mesorregião do Agreste é composta dos municípios de Aroeiras, Natuba e Umbuzeiro. Localiza-se entre a borda meridional da Borborema e a bacia de dissecação do médio Paraíba. A sua estrutura produtiva baseia-se fundamentalmente numa policultura diversificada, complementada por uma pecuária extensiva de grande porte voltada para a produção de leite. Umbuzeiro possui 6 (seis) postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.310 km<sup>2</sup>.

## **10. MICRORREGIÃO DO BREJO PARAIBANO**



A microrregião do Brejo Paraibano ou microrregião de Areia está localizada na mesorregião do Agreste Paraibano é composta dos municípios de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Pilões e Serraria. Região canavieira-policultora que com a implementação do pró-álcool houve uma especialização crescente da região na produção de cana. A isto se soma o processo acelerado de expansão de uma pecuária melhorada. De região canavieira policultora, o brejo passou a constituir-se numa área canavieira pecuarista policultora de elevada densidade populacional e forte poder de expulsão de população. O Brejo possui 10 postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.240 km<sup>2</sup>.

## 11. MICRORREGIÃO DE GUARABIRA

A microrregião de Guarabira está localizada na mesorregião do Agreste. É composta dos municípios de Alagoinha, Araçagi, Belém, Caiçara, Cuitegi, Duas Estradas, Guarabira, Lagoa de Dentro, Mulungu, Pilõezinhos, Pirpirituba e Serra da Raiz.

Grande parte está localizada na depressão sublitorânea e abrangendo áreas do Piemonte da Borborema, se caracteriza pela importância de uma policultura fortemente diversificada e pela pecuária melhorada de grande porte voltada para o corte. Abacaxi e cana-de-açúcar. Este último detinha o maior peso econômico da região em 1985. A policultura é bastante diversificada destacando-se o feijão, o milho, a mandioca, a fava e uma importante produção de frutas. Guarabira é o centro de comercialização da agricultura e o mais importante centro de serviços da região. Guarabira possui 10 (dez) postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.308 km<sup>2</sup>.

## 12. MICRORREGIÃO DE CAMPINA GRANDE

A microrregião de Campina Grande está situada sobre o planalto da Borborema, na porção centro-ocidental da mesorregião do Agreste Paraibano, compreende os municípios de Campina Grande, Fagundes, Lagoa Seca, Massaranduba, Puxinanã, Queimadas e Serra Redonda.

Alto poder de polarização exercido pela cidade de Campina Grande, sendo o segundo maior centro urbano estadual. Pode-se identificar em torno de Campina, duas áreas distintas, a porção norte, com baixos índices de concentração da propriedade fundiária e com a predominância do trabalho familiar voltado para a policultura alimentar e a porção meridional que se caracteriza por um padrão mais elevado

de concentração da propriedade da terra, e pelo peso mais forte da pecuária leiteira em relação a atividade agrícola propriamente dita. Campina Grande possui 9 (nove) postos de cobertura distribuídos em uma área de 1.964 km<sup>2</sup>.

### **13. MICRORREGIÃO DE CARIRI OCIDENTAL**

A microrregião de Cariri Ocidental ou Microrregião de Monteiro é localizada na mesorregião da Borborema. Compreende os municípios de Camalaú, Congo, Livramento, Monteiro, ouro velho Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Taperoá.

Em decorrência do forte recuo sofrido pela cultura do algodão, observa-se, de um lado, o fortalecimento da criação extensiva de gado (e, em conseqüência, a expansão do cultivo da palma forrageira) e, de outro lado, ganha peso a policultura alimentar tradicional. As características do quadro natural com baixos índices pluviométricos e pobreza dos solos têm representado até o momento, uma forte restrição ao desenvolvimento da agricultura, repercutindo negativamente no adensamento populacional. Cariri Ocidental possui 21 (vinte e um) postos de cobertura distribuídos em uma área de 7.158 km<sup>2</sup>.

### **14. MICRORREGIÃO DE CARIRI ORIENTAL**

A microrregião de Cariri Oriental ou microrregião de Cabaceiras, faz parte da mesorregião da Borborema. É constituída dos municípios de Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Gurjão e São João do Cariri. apresenta os mais baixos índices pluviométricos do Estado. A criação extensiva de gado (em particular, de médio porte), vem se fortalecendo. Em decorrência, constata-se a expansão do cultivo da palma forrageira e da algaroba. O Cariri Oriental possui 9 (nove) postos de cobertura distribuídos em uma área de 4.531 km<sup>2</sup>.

### **15. MICRORREGIÃO DO SERIDÓ ORIENTAL PARAIBANO**

A microrregião do Seridó Oriental Paraibano faz parte da mesorregião da Borborema e é composta pelos municípios de Cubatí, Frei Martinho, Juazeirinho, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí e Seridó. O Seridó Paraibano corresponde a borda de uma depressão situada quase integralmente no Rio Grande do Norte. É nesta região que se encontra as regiões das principais ocorrências e do maior número

de garimpos de minerais metálicos da Paraíba. A porção Oriental do Seridó Paraibano, que se estende de Picuí até Juazeirinho, apresenta a maior concentração de ocorrências de minerais de pegmatito do Estado. Distingue-se, sobretudo, a tantalita, a columbita, a cassiterita e o berilo, cujo maior número de jazidas acha-se localizada nos municípios de Frei Martinho, Picuí, Pedra Lavrada, Nova Palmeira e Juazeirinho.

A mineração constitui-se, até os dias atuais, numa atividade mais rentável que a agropecuária, tanto para o pequeno proprietário como para o trabalhador sem terra. Ela cresce de importância nas estações secas e sobretudo durante as secas quando o garimpo passa a se constituir na alternativa de trabalho regional, desempenhando importante papel na fixação da população na área. A principal atividade agrícola é o sisal, possui uma pecuária extensiva e de médio porte. Picuí distingue-se como principal centro de comércio de minério. O Seridó Oriental Paraibano possui 7 (sete) postos distribuídos em uma área de 2.669 km<sup>2</sup>.

#### **16. MICRORREGIÃO DO SERIDÓ OCIDENTAL**

A microrregião do Seridó Ocidental faz parte da mesorregião da Borborema e é constituída dos municípios Junco do Seridó, Santa Luzia, Juazeirinho, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí e Seridó. Distingue-se por constituir uma área consagrada à produção mineral, sendo o Caulim e a Sheelita que apresentam uma maior concentração e um maior peso econômico. O caulim é explorado em garimpos no município de Junco do Seridó, de onde advém toda produção estadual. A atividade mineradora possui um caráter sazonal. Paralelamente a esta atividade, agricultura, voltada sobretudo para a produção do algodão mocó (cultivado em associação com o milho ao feijão) e a criação extensiva de gado. O Seridó Ocidental possui 6 (seis) postos distribuídos em uma área 1.512 km<sup>2</sup>.

#### **17. MICRORREGIÃO DE CATOLÉ DO ROCHA**

A microrregião de Catolé do Rocha está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano é constituída dos municípios de Belém do Brejo do Cruz, Bom Sucesso, Brejo do Cruz, Brejo dos Santos, Catolé do Rocha, Jericó, Lagoa, Riacho dos Cavalos e São Bento. A organização do espaço é relacionado à dinâmica da atividade agropecuária. Este acha-se voltado para a criação extensiva de gado e para a produção do algodão, tanto do tipo arbóreo como herbáceo. Tem o feijão como policultura alimentar de baixo rendimento.

Observa-se um recuo do algodão arbóreo e um avanço do algodão Herbáceo. Catolé do Rocha é o principal centro de serviços da região. São Bento destaca-se pelo desenvolvimento da indústria doméstica de rede de dormir. Sofre influência regional de Cajazeiras, Souza e Patos. Catolé do Rocha possui 10 (dez) postos de cobertura distribuídos em uma área de 2.991 km<sup>2</sup>.

#### **18. MICRORREGIÃO DE CAJAZEIRAS**

A microrregião de Cajazeiras está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano é situada, em parte, sobre as serras que fazem limite com o Ceará e o Rio Grande do Norte, e em parte, sobre a depressão do Rio do Peixe. É composta dos municípios de Antenor Navarro, Bom Jesus, Bonito de Santa Fé, Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Carrapateira, Monte Horebe, Santa Helena, São José de Piranhas, Triunfo e Uiraúna. Tem o gado e o algodão como forma dominante de organização do espaço. O algodão herbáceo possui a cultura que detém o maior peso econômico da área, seguido da policultura alimentar, com destaque para o milho, o feijão e o arroz. Os açudes Engenheiro Ávidos e Pilões originam as "áreas de exceção" voltadas para a produção de algodão, arroz feijão, milho, tomate, outras horticulturas e tubérculos. Cajazeiras é o centro de comercialização de produtos rurais e o centro de serviços. Cajazeiras possui 18 (dezoito) postos distribuídos em uma área de 3.249 km<sup>2</sup>.

#### **19. MICRORREGIÃO DE SOUSA**

A microrregião de Souza está localizada na mesorregião do Sertão da Paraíba. Compreende os municípios de Condado, Desterro de Malta, Lastro, Malta, Nazarezinho, Paulista, Pombal, São José da Lagoa Tapada, Santa Cruz e Sousa. Produção de algodão e a criação extensiva de gado. É a maior região produtora de arroz do Estado. Além do algodão herbáceo e do arroz, a cana-de-açúcar, fruticultura e as culturas alimentares básicas fazem parte das combinações agrícolas regionais. Os açudes de Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo (em Sousa e Nazarezinho) dão origem a duas importantes áreas de exceção, com uma organização da produção voltada para uma policultura diversificada. Sousa não é só o principal centro de comercialização dos produtos agrícolas como também o mais importante centro de serviços. Sousa possui 11 (onze) postos de cobertura distribuídos em uma área de 4.606 km<sup>2</sup>.

#### **20. MICRORREGIÃO DE PIANCÓ**

A microrregião de Piancó está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano. Compreende os municípios de Aguiar, Boqueirão dos Cochos, Catingueira, Coremas, Emas, Nova Olinda, Olho D'água, Piancó e Santana dos Garrotes. Era uma área consagrada tradicionalmente à produção de algodão arbóreo associado à policultura alimentar (sobretudo o feijão e o milho) e a pecuária extensiva de grande e médio portes voltada principalmente para a produção de leite. Atualmente o algodão arbóreo perdeu a hegemonia no quadro da produção agrícola regional. Ao seu lado acha-se o algodão herbáceo. O arroz é outro produto que tem apresentado um crescimento econômico importante nos últimos anos. Ao lado dessas mudanças observadas no uso do solo, vem ocorrendo uma reversão da tendência na pecuária em função do incremento dos animais de grande porte. Piancó possui 6 (seis) postos de cobertura distribuídos em uma área de 3.235km<sup>2</sup>.

## **21. MICRORREGIÃO DE PATOS**

A microrregião de Patos está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano. Compreende os municípios de Cacimba de Areia, Mãe D'água, Passagem, Patos, Quixaba, São José do Bonfim, São José de Espinharas, Salgadinho e Santa Terezinha. É a região cotonicultora de maior expressão do Estado. Cultiva-se essencialmente o algodão arbóreo em grandes, médias e pequenas propriedades. A policultura alimentar de fraco rendimento volta-se sobretudo para a produção de feijão e do milho. A pecuária extensiva de grande porte vem ganhando espaço nos últimos tempos em virtude da melhoria de processos e técnicas utilizadas, sobretudo no que se refere ao padrão alimentar do rebanho. Patos constitui o centro de comercialização da produção agrícola e centro de serviços da região. Patos possui 6 (seis) postos distribuídos em uma área de 2.550,90 km<sup>2</sup>.

## **22. MICRORREGIÃO DE ITAPORANGA**

A microrregião de Itaporanga está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano, compreende os municípios Boa Ventura, Conceição, Curral Velho, Diamante, Ibiara, Itaporanga, Pedra Branca, São José de Caiana, Santana de Mangueira e Serra Grande. A sua economia fundamenta-se na agricultura voltada para produção do algodão arbóreo, do milho e do feijão. Ao contrário do Piancó em 1985 o algodão arbóreo era o produto agrícola de maior peso econômico. A pecuária extensiva de grande e médio porte constitui uma atividade complementar da agricultura. Conceição e Itaporanga são centros de

influência e de relações espaciais da região. Itaporanga possui 14 (quatorze) postos distribuídos em uma área de 2.714 km<sup>2</sup>.

### 23. MICRORREGIÃO DA SERRA DO TEIXEIRA

A microrregião da Serra do Teixeira está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano é composta dos municípios de Água Branca, Desterro, Imaculada, Juru, Manaíra, Princesa Isabel, Tavares e Teixeira. A produção agrícola voltada para a policultura diversificada que apresenta, no entanto baixa rentabilidade. A exceção de Desterro, Teixeira e Imaculada onde até 1995 o Sisal constituía o produto agrícola de maior peso econômico, nos demais municípios a atividade agrícola gira, sobretudo, em torno do milho e do feijão. A pecuária constitui uma atividade complementar da agricultura.

Teixeira e Princesa Isabel constituam os dois centros de serviço da região. Tavares distingue-se como principal centro de comercialização da produção de feijão. Serra do Teixeira possui 6 (seis) postos distribuídos em uma área de 2.705 km<sup>2</sup>.

#### 6.5.1.2 ANÁLISE DOS DADOS

A análise da distribuição dos postos foi feita com o auxílio do *Software MapInfo Professional* versão 5.0 para a geração de um banco de dados de tráfego e do programa *Statgraphics* no tratamento estatístico dos dados. O SIG permite que além da análise conjunta dos dados que se faça uma análise visual da distribuição dos postos em todo o estado.

Foram considerados o volume médio diário de tráfego (VMD) por posto de contagem, o número de postos de contagem (P), a produção animal (Pan) e agrícola (Pag), a população (Pop) e extensão da malha viária (MR) por microrregião geográfica. Os dados podem ser vistos no Quadro 6.8 do anexo 6. A análise objetiva identificar os critérios que foram utilizados na distribuição dos postos de contagem de tráfego. Com esses dados procurou-se investigar a possibilidade de desenvolvimento de um modelo matemático que permitisse a determinação do número de postos de contagem a partir de características sócio-econômicas, intensidade do tráfego e da estrutura viária de cada microrregião.

Para tanto foi utilizada a análise de regressão. Inicialmente procurou-se relacionar o volume médio diário de tráfego (VMD) e o número de postos (P) com algumas variáveis que possivelmente poderiam explicar esse volume. Foram elas: produção Animal, produção agrícola, área da microrregião e extensão da malha viária, como também foi considerado índice formado a partir de relação entre essas variáveis como extensão da malha viária por área. Na busca por esse relacionamento, foram testadas funções matemáticas pré-definidas, tanto simples como multi-variável como função linear, exponencial, recíproca e multiplicativa. Os resultados das regressões testadas podem ser vistas no Quadro 6.9 (regressões simples) e 6.10 (regressões multi-variáveis) no anexo 7. Considerou-se como boas correlações as regressões cujos coeficientes obtidos foram maiores ou iguais a 0,6, como as regressões multi-variáveis não obtiveram bons resultados, a análise foi feita com base nos resultados das regressões simples. O Quadro 6.11 apresenta os coeficientes de correlação obtidos nas regressões simples.

QUADRO 6.11																
COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO OBTIDO NAS REGRESSÕES																
Variável dependente	VMD	P	VMD	P	VMD	P	VMD	P	VMD	P	VMD	P	P	VMD	VMD	P
Variável independente	População		Área		Malha Viária		Prod.Anim	Prod.Agríc	Prod.Total		Vm	P	Mrxárea			
EQUAÇÕES UTILIZADAS	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO															
Linear (Y= a+bX)	0.38	0.28	0.65	0.51	0.27	0.65	0.06	0.36	0.52	0.03	0.33	0.15	0.46	0.46	0.54	0.12
Exponencial [Y=exp(a+bX)]	0.33	0.28	0.68	0.48	0.34	0.60	0.06	0.41	0.45	0.01	0.19	0.19	0.52	0.46	0.50	0.12
Recíproca (1/Y = a+bX)	0.28	0.19	0.67	0.41	0.41	0.51	0.06	0.40	0.36	0.04	0.22	0.22	0.57	0.41	0.42	0.10
Multiplicativa (ax <sup>b</sup> )	0.35	0.08	0.68	0.56	0.34	0.71	0.23	0.66	0.37	0.11	0.2	0.32	0.46	0.46	0.51	0.06

## VARIÁVEL DEPENDENTE VMD

A partir da análise desses resultados, observa-se que a variável que mostrou melhor relacionamento com o VMD foi área da microrregião, com coeficientes de correlação que variam de 0,65 a 0,68. Esse resultado não deixa de ser curioso, pois uma área extensa não implica necessariamente em um elevado volume de tráfego, e vice-versa. Também a existência de tráfego de passagem em determinadas microrregiões, como o exemplo podemos citar a microrregião de Esperança, que contribui para elevar o VMD independentemente da sua área.

Variáveis que forneceram indicadores da produtividade da área tais como população e produção, que a princípio teria uma relação mais forte com o VMD, mostraram-se com baixos coeficientes de correlação, variando de 0,28 a 0,38 (população) e de 0,19 a 0,33 (produção total).

## VARIÁVEL DEPENDENTE NÚMERO DE POSTOS P

A análise da variável número de postos mostrou que o melhor relacionamento para essa variável foi a malha viária, com coeficientes de correlação que variaram de 0,60 a 0,71. Esse resultado indica que a distribuição dos postos de contagem foi feita em função da malha rodoviária. Os baixos coeficientes obtidos para as variáveis produção animal e agrícola, área da microrregião, população indicam que a distribuição dos postos foi feita exclusivamente em função da extensão da malha viária, não foram considerados fatores relevantes como o escoamento da produção agropecuária, que tem o seu aumento nas épocas de colheita.

Variáveis que forneceram indicadores da produtividade da região como população, produção e intensidade de tráfego mostraram-se com baixos coeficientes de correlação variando de 0,08 a 0,28 (população) de 0,15 a 0,32 (produção total) e de 0,46 a 0,57 (VMD). O que indica que a distribuição dos postos não considera a intensidade de tráfego no trecho da rodovia em questão, desta forma, é provável a existência de postos de contagem em lugares que a realização de contagens não se justifica. Microrregiões com uma produtividade baixa como Itaporanga possuem um número de postos maior que a microrregião de Souza ou mesmo do Litoral Norte com uma produtividade e conseqüentemente intensidade de tráfego maior.

### 6.5.1.3 CONTINUIDADE DAS SÉRIES HISTÓRICAS

A análise das séries históricas de volume de tráfego de 1970 até a ano de 1997, permitiu observar que houve uma descontinuidade gerada quando da interrupção do programa de contagens de tráfego nos anos 1983 a 1989, 1994 e 1996.

Para o dimensionamento de pavimentos faz-se necessário estimar o crescimento do tráfego durante o período de projeto, desta forma procurou-se investigar a possibilidade de preenchimento das mesmas. Para isso foi utilizada a análise de regressão, através do programa *Microsoft Excel*. Foram testadas funções matemáticas pré-definidas: linear, logaritma, exponencial e polinomial. Considerou-se como boas correlações as regressões cujos coeficientes obtidos foram maiores ou iguais a 0,5.



A análise das regressões permitiu observar que para grande parte dos postos de contagem os coeficientes de correlação obtidos foram muito baixos, não sendo possível o preenchimento das séries históricas de volume de tráfego e estimativa do tráfego futuro com confiabilidade. O Quadro 5.1 no anexo 3 apresenta a lista com a denominação dos postos, na coluna condição está indicado a situação do postos, ok indicando que foi possível o preenchimento, "ñ encontrado" indica os postos cujas séries não constam dos dados históricos. Os postos cujas séries históricas foram preenchidas no anexo 8

A análise dos postos quanto à sua localização permitiu observar que os postos cujas coeficientes de correlação foram baixos, são localizados em regiões onde durante a década de 70/80 houve um aumento acentuado do número de veículos, principalmente os de categoria reboque e semi-reboque (treminhões).

#### 6.5.1.4 FATORES MENSAIS

A metodologia não faz a correção das variações sazonais nos postos de cobertura.

### 6.6 PROPOSTA DE TRABALHO

Tendo em vista as falhas percebidas nos levantamentos existentes e os conhecimentos atuais, pode ser feita uma proposta de trabalho para definição da metodologia a ser adotada para localização dos postos de contagem, devendo-se estabelecer preliminarmente um programa de monitoramento:

- visitar as microrregiões para definição dos locais de pontos de monitoração;
- realizar contagens preliminares em pontos estratégicos;
- definir critérios de hierarquização para implantação dos postos.

2. É necessária a implantação de sistema da análise de tráfego dentro do gerenciamento dos procedimentos adotados pelo DER-PB. Visando atender demandas necessárias a uma avaliação racional para pavimentos, de acordo com os avanços tecnológicos disponíveis :

- faz-se necessário verificar os excessos de carga por eixo medidos em campo na definição dos fatores de veículos (FV).

- deve-se observar que o incremento no FV, e conseqüentemente no N projetado, significa rodovias suportando mais cargas do que o originalmente previsto.

- é possível verificar-se taxas anuais de crescimento de tráfego variáveis para cada microrregião.

### 6.6.1 DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM

Para pesquisas de tráfego em rodovias rurais, deve ser feito um zoneamento da região, com a finalidade de estabelecer os fluxos de origem e destino das viagens e melhor analisar a economia local.

O zoneamento proposto neste trabalho define a microrregião como unidade de análise das zonas de tráfego e estabelece:

- Cada microrregião cujos postos de cobertura tenham VMD maior ou igual 500 veículos deve possuir um posto de contagem permanente com a finalidade de estabelecer uma série contínua de dados para determinar a distribuição temporal e estimativa das tendências de crescimento do tráfego para a microrregião em estudo. Deve-se localizar nas rodovias principais próximas aos centros urbanos, zona industrial de cada microrregião. Devem ser realizadas contagens contínuas, num período de 24 horas por dia durante o período de um ano.

- Microrregiões onde VMD máximo for inferior a 500 veículos não se faz necessário a instalação de posto de contagem permanente de tráfego.

- Os postos de contagem permanente devem ser localizados de acordo com o Quadro 6.12. As microrregiões onde não são indicados os postos, existem postos de contagem permanente do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

A Figura 6.6 mostra o mapa com localização dos postos de cobertura do DER (em vermelho) e os postos permanentes do DNER (em preto) e a faixa de variação do VMD em cada microrregião. A Figura 6.6 permite observar que a microrregião de Campina Grande possui dois postos de contagem permanente enquanto que em João Pessoa possui apenas 01 (um) em direção ao Litoral Norte. A localização definitiva deve ser obtida após visita a cada trecho eleito para contagem.

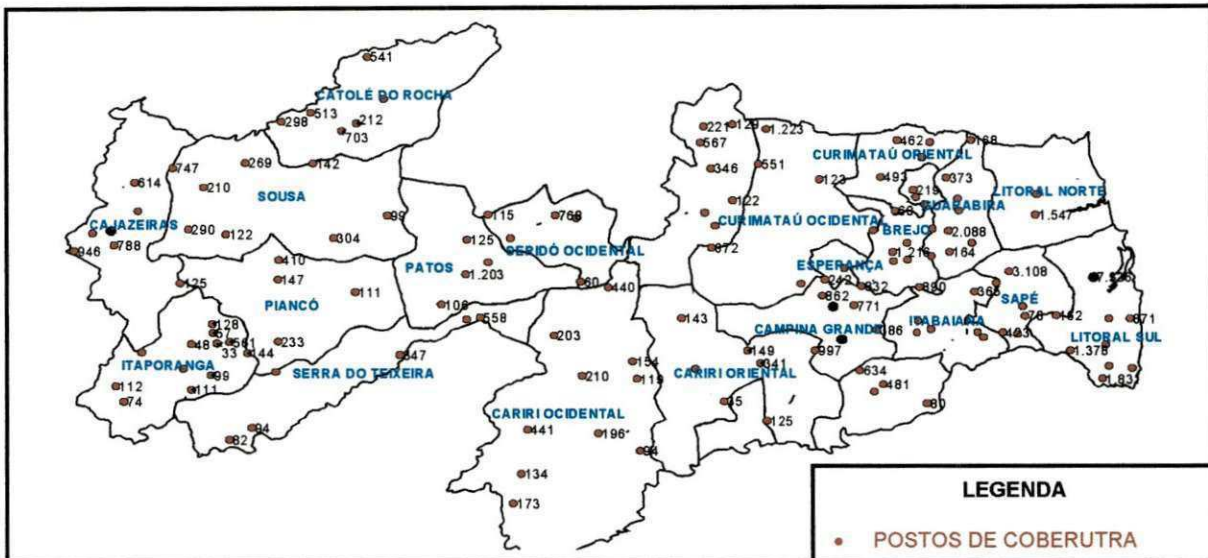


Figura 6.6: Mapa – Distribuição do VMD por Microrregião

- Cada microrregião deve possuir um posto sazonal próximo das áreas de produção, onde serão realizadas contagens mensais, contendo 3 dias da semana um sábado e um domingo consecutivos a fim de estabelecer as variações mensais do volume de tráfego.
- Os postos de cobertura existentes são em número suficiente para o estado, necessitando entretanto de critérios na distribuição dos mesmos deve ser feita uma redistribuição dos mesmos. A redistribuição dos postos de contagem deve ser precedida de contagem em pontos a serem escolhidos em função da intensidade de tráfego nos postos existentes e da existência de cruzamentos, após visita ao local.
- Com os dados obtidos dos postos de cobertura no ano de 1997, deve-se realizar uma contagem para verificação das variações máximas e mínimas do VMD nestes postos, com os dados desta contagem e os indicadores sócio econômicos como: escoamento da produção agrícola, produção

industrial, área da microrregião, população e da intensidade de tráfego, deve-se desenvolver um modelo matemático que permita determinar o número de postos necessário para cada microrregião.

- Postos com a denominação C-000 são postos de contagem estabelecidos após a interrupção do programa de contagens, devem ser mantidos para a verificação da variação de VMD, mesmo aqueles onde não foram realizadas contagens no ano de 1997,
- Sugere-se a substituição de contagens manuais por mecânica, em busca da tecnologia mais apropriada.
- Para estimativa do tráfego futuro, devem ser utilizados os postos cujas séries históricas foram preenchidas através da análise de regressão, ver item 6.5.1.3.
- Para estimativa do crescimento deve ser realizada uma contagem classificatória com a finalidade de refletir a incidência dos diversos tipos de eixos nas séries históricas.

#### 6.6.2 FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA

A metodologia utilizada pelo DER-PB para a determinação dos fatores de equivalência de carga não refletem o perfil de cargas da região. Sugere-se o planejamento de programa de pesagens no estado. Enquanto isso pode-se utilizar os fatores de equivalência obtidos utilizando-se as equações indicadas no Quadro 4.4 (Capítulo 4, pág. 85) com as cargas indicadas pela lei da balança de acordo com o Quadro 3.7(Capítulo 3, pág. 22). Os fatores de equivalência indicados se encontram no Quadro 6.13.

Destaca-se a importância da determinação do perfil de cargas de cada região, no sentido de estabelecer programas de fiscalização do patrimônio representado pela malha rodoviária estadual. Para o planejamento do programa de pesagem estabelecer critérios baseado no número N estimado com fatores de equivalência indicados no Quadro 6.13.

A tipologia dos postos de pesagens poderá ser definida conforme metodologia proposta por Soares (2000) condicionada a prioridade de fiscalização que se deseja obter com a ação de pesagem.

QUADRO 6.12

## PROPOSTA PARA A LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM

MICRORREGIÃO	VARIAÇÃO VMD	RODOVIA	TRECHO
CATOLÉ DO ROCHA	212 - 703	BR-325	C. do R/Conceição
SOUZA	99 - 747	BR-391	Souza/Uiraúna
CAJAZEIRAS	614 - 1876	-	-
ITAPORANGA	57 - 561	BR-361	Itaporanga/Diamante
SERRA DO TEIXEIRA	48 - 558	BR-306	Teixeira/Maturéia
PATOS	95 - 1203	BR-230	Patos/Santa Gertrudes
SERIDÓ OCIDENTAL	60 - 1116	BR-230	Santa Luzia/São Mamede
SERIDÓ ORIENTAL	122 - 672	BR-104	B. de Santa Rosa/Picui
CARIRI OCIDENTAL	94 - 440	Não necessário	
CARIRI ORIENTAL	35 - 341	Não necessário	
UMBUZEIRO	80 - 643	BR - 102	Umbuzeiro/Queimadas
CURIMATAÚ OCIDENTAL	123 - 1223	PB - 135	Cuité/ Jaçaná
CURIMATAÚ ORIENTAL	60 - 792	PB - 111	Araruna/Campo de Santana
BREJO	77 - 1216	PB - 087	Areia/Pilões
ESPERANÇA	869	BR - 104	Esperança/
CAMPINA GRANDE	242 - 6180	-	
ITABAIANA	361 - 2233	PB - 082	Itabaiana/BR-230
SAPÉ	78 - 3108	BR - 230	Sapé/Santa Rita
LITORAL SUL	327 - 1831	BR - 101	Caaporã/Goiana
LITORAL NORTE	461 - 2739	-	
GUARABIRA	149 - 2739	PB - 073	Guarabira/Pipirituba
JOÃO PESSOA	871 - 9149	-	
PIANCÓ	111 - 410	Não necessário	

QUADRO 6.13

## FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA PROPOSTO

TIPO DE EIXO	AASHO	USACE
SIMPLES RODAS SIMPLES	0,33	0,26
SIMPLES RODA DUPLA	3,27	6,00
TANDEM DUPLO	2,22	8,45
TANDEM TRIPLO	2,12	14,28

## **ESTUDO DE CASOS DUPLICAÇÃO BR-230 E PB-008**

### **7.1 INTRODUÇÃO**

Para aplicação da metodologia empregada na análise do tráfego na malha rodoviária do estado da Paraíba foram estudados dois casos, de forma a avaliar os procedimentos adotados pelo DER-PB verificando-se os critérios utilizados e as conseqüências no dimensionamento e avaliação de pavimentos. Para a análise comparativa consideram-se os casos mais recentes de dimensionamento: Duplicação da BR-230 e Implantação da PB-008.

Em ambos os casos no dimensionamento do pavimento foram utilizados o método tradicional do DNER pelo CBR e o método da Resiliência. Os dois métodos foram divulgados na publicação do Manual de Pavimentação do DNER, edição de 1996.

### **7.2 DUPLICAÇÃO BR-230**

O estudo de tráfego realizado para a duplicação da BR-230/PB no segmento Ingá-Campina Grande (km 117,3 – km 147,9) teve como objetivo detectar as propriedades e características do fluxo de tráfego na rodovia, os indicadores dos Níveis de Serventia, condições operacionais e funcionais, como também os elementos necessários ao projeto de restauração do pavimento. Para a efetivação deste estudo a Consultora Maia Melo Engenharia encarregada do trabalho, seguiu os seguintes passos (MAIA MELO/DER, 1999):

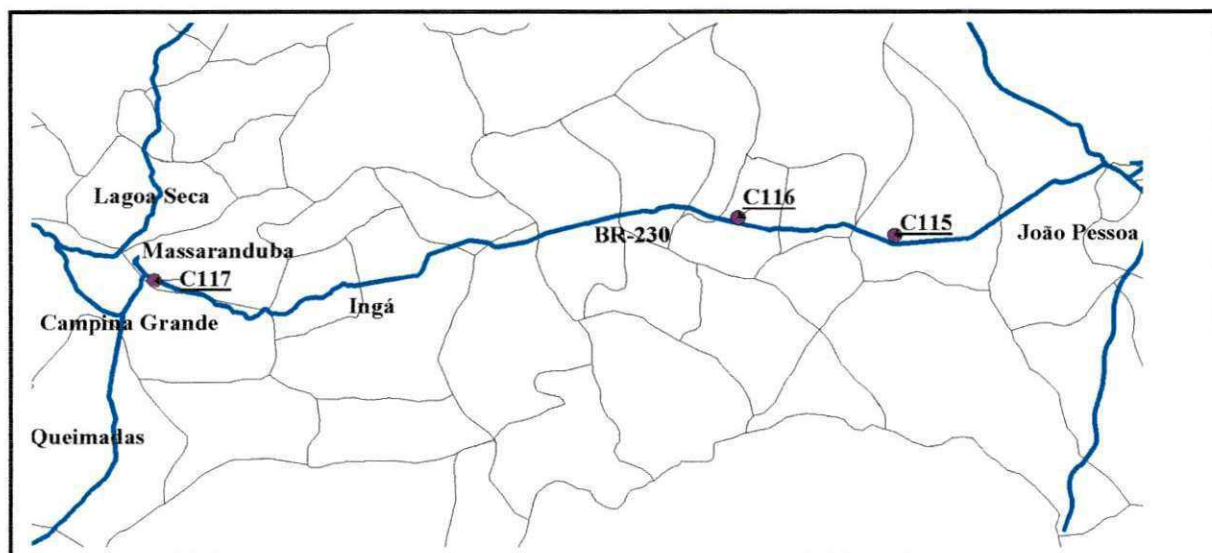
#### **7.2.1 COLETA DE DADOS**

Na coleta dos dados necessários foram consultados todos os órgãos envolvidos com transportes, que pudessem subsidiar o estudo.

### 7.2.1.1 PESQUISAS FLUXOGRAMÉTRICAS

Na pesquisa fluxogramétrica foram utilizados dados das séries históricas de volume de tráfego no segmento estudado BR-230/PB e referem-se aos postos de pesquisas estabelecidos pelo antigo convênio SUDENE/DNER/DER's que foi extinto no ano de 1982. Além destes foram utilizados os dados do plano de pesquisas automatizadas do DNER realizado no período de 1984/85 e estudos elaborados pela Maia Melo Engenharia nos anos de 1986 (Projeto expedito de Restauração realizado no km 82,3/146,0) e 1990 (Projeto de Engenharia para Restauração - km 40,8/82,3).

Os dados históricos de tráfego constam do Censo de Tráfego Rodoviário do DNER, Séries Históricas 1998. A localização dos postos pode ser visto no mapa da Figura 7.1:



**Figura 7.1:** Localização dos Postos de Contagem

- Posto de Cobertura C-115, Entroncamento PB-048 – Ent.PB-055;
- Posto de Cobertura C-116, Entroncamento PB-055 – Ent.PB-079;
- Posto de Cobertura C-117, Entroncamento PB-079 – Ent.PB-095

Os dados dos postos se encontram no Quadro 7.1, indicando o posto C-117, como característico do segmento estudado, situado entre o acesso de Ingá (PB-095) e Campina Grande (PB-095).

QUADRO 7.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO TOTAL			
ANO	POSTO DE CONTAGEM		
	C-115	C-116	C-117
1970	987		1513
1971	1143		1437
1972	1702	1374	1270
1973	2177	1562	1810
1974	2335	1966	1661
1975	2562	1735	1620
1976	2660	1991	2033
1977	3544	2089	2432
1978	3090	2228	2558
1979		3043	2946
1980		2147	2172
1981	2106	2158	2176
1982	2172	2114	2551
1985		3075	3075
1989		3773	
1996	6500		
1997		5957	
1998	6968	6711	6839

Fonte: (MAIA MELO/DER, 1999)

### 7.2.1.2 PESQUISA DE PESAGENS DE EIXOS

Não foram realizadas pesquisas de pesagens de eixos. Para a determinação do número N, utilizaram-se os fatores de equivalência calculados de acordo com as metodologias preconizadas pelo GEIPOT/DNER e DNER/USACE, com os valores de carga indicados pela lei da balança (Lei Nº 7408 de 1985), para as diversas categorias de veículos. Os fatores de veículos foram obtidos para as diversas configurações de eixo de acordo com os Quadros 7.2 e 7.3. Os valores obtidos se encontram no Quadro 7.4.



QUADRO 7.2			
FATORES DE EQUIVALÊNCIA PARA AS DIVERSAS CONFIGURAÇÕES DE EIXO			
TIPO DE EIXO	CARGA LEGAL (tf)	FATORES DE EQUIVALÊNCIA	
		GEIPOT/DNER	DNER/USACE
SIMPLES DE RODAS SIMPLES	5	0,15	0,15
SIMPLES DE RODAS DUPLAS	10	2,39	4,00
TANDEM DUPLO RODAS DUPLAS	17	1,64	9,50
TANDEM TRIPLO RODAS DUPLAS	25,5	1,56	9,20

Fonte: (MAIA MELO/DER,1999)

QUADRO 7.3					
DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE VEÍCULOS PARA AS DIVERSAS CONFIGURAÇÕES DE EIXO DE ACORDO COM AS METODOLOGIAS DO GEIPOT/DNER E DNER/USACE					
TIPOS	AASHTO	USACE	VM (ARTICULADOS) TMD	FV Por Categoria	
				GEIPOT	DNER
2C	0,15 + 2,39	0,15 + 4,00	LOTE 2	2,54	4,15
3C	0,15 + 1,64	0,15 + 9,50		1,79	9,65
2S1	0,15 + 2,39 + 2,39	0,15 + 4,00 + 4,00	7	4,93	8,15
2S2	0,15 + 2,39 + 1,64	0,15 + 4,00 + 9,50	54	4,18	13,65
2S3	0,15 + 2,39 + 1,56	0,15 + 4,00 + 9,20	220	4,10	13,35
3S1	0,15 + 1,64 + 2,39	0,15 + 9,50 + 4,00	5	4,18	13,65
3S2	0,15 + 1,64 + 1,64	0,15 + 9,50 + 9,50	13	3,43	19,15
3S3	0,15 + 1,64 + 1,56	0,15 + 9,50 + 9,20	15	3,35	18,85
2C2	0,15 + 3* 2,392	0,15 + 3* 4,00	0	7,33	12,15
FV médio				4,07	13,79

Fonte: (MAIA MELO/DER,1999)

QUADRO 7.4				
FATORES DE VEÍCULOS OBTIDOS				
MÉTODO	ÔNIBUS	C. MÉDIO (2C)	C. PESADO (3C)	S-REBOQUE (nSi)
AASHTO	2,54	2,54	1,79	4,07
USACE	4,15	4,15	9,65	13,79

Fonte: (MAIA MELO/DER,1999)

### 7.2.1.3 PESQUISA VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA

Para a indicação do tráfego atual, foram efetivadas pesquisas volumétricas classificatórias no mesmo local do posto histórico citado (C-117), durante 72 horas, no período compreendido entre os dias 26, 27 e 28 de agosto (quarta, quinta e sexta-feira), do ano de 1998. Os dados constam das planilhas 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4 no anexo 9, indicando os seguintes resultados médios (Quadro 7.5):

QUADRO 7.5 RESULTADOS VOLUME MÉDIO DE TRÁFEGO									
TIPOS	AUTO	ÔNIBUS	2CS	2C	3C	nSi	VR	TOTAL	VHM
Veículos	4103	157	639	641	868	314	17	6739	477
%	65,5	2,5	10,2	10,2	13,8	5,0	0,3	100	7,1

Fonte: (MAIA MELO/DER,1999)

#### 7.2.1.4 PESQUISAS DIRECIONAIS

Foram efetuadas pesquisas direcionais nas principais interseções ao longo do segmento, durante o horário de maior movimento, objetivando determinar o volume da hora de pico a ser utilizado no cálculo de capacidade da rodovia.

#### 7.2.2 ANÁLISES

##### 7.2.2.1 CRESCIMENTO DO TRÁFEGO

Na estimativa do crescimento do tráfego foram usadas as séries históricas de volumes de tráfego e a pesquisa de campo. Utilizou-se o método estatístico dos mínimos quadrados, foram testadas as quatro principais tipos de equações, conforme apresentado na planilha 7 (anexo 10). As melhores correlações indicaram as equações de regressão linear que, aplicadas ao longo da série 1970/1997 permitiram estimar o tráfego que irá atuar na rodovia no ano 2013, ano de abertura para o tráfego. As taxas médias anuais de crescimento podem ser vistas no Quadro 7.6: Com correlações médias relativamente altas, as regressões lineares permitiram estimar os volumes médios, indicados no Quadro 7.7, para os anos de 1999 e 2013:

QUADRO 7.6 TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO						
TIPOS	AUTO E 2CS	ÔNIBUS	2C	3C	nSi	TOTAL
Exponencial %	2,8	1,4	1,6	2,4	2,9	2,5
Linear %	3,2	1,6	1,8	2,8	3,6	3,0

Fonte: (MAIA MELO/DER,1999)

Os resultados observados indicaram a compatibilidade de crescimento com a economia regional, da ordem dos 3% ao ano para os principais indicadores econômicos, porém com maior

intensidade dos veículos com reboques e semi-reboques que, realmente, tem crescido, acompanhando a demanda de tráfego de cargas na rodovia estudada.

QUADRO 7.7 REGRESSÕES LINEARES						
ANO	AUTO E 2CS	ÔNIBUS	CAM.(2C)	CAM.(3C)	nSi	TOTAL
1999	3968	314	635	1013	255	6185
2013	5744	385	794	1404	382	8708

Fonte: (MAIA MELO/DER, 1999)

### 7.2.2.2 NÚMERO N

Os Números de Repetições do Eixos Padrão (N) foram calculados mediante algoritmo, com os Fatores de Veículos e as projeções do tráfego indicados. Os fatores de veículos foram calculados utilizando a metodologia do DNER/USACE, conhecida como método do Eng. Murilo Lopes de Souza pela expressão (7.1):

$$N = 365 * k * \sum (V_{m_i} * F_{v_i}) \quad (7.1)$$

Onde:

k - Fator de carregamento para a faixa de projeto (para pistas simples: 0,50 = 50%) do tráfego dos dois sentidos alocado na faixa de projeto; para pistas duplas: 80% dos 50% do tráfego = 0,40 do tráfego nos dois sentidos);

$V_{m_i}$  - Volume médio diário de cada categoria de veículo comercial;

$F_{v_i}$  - Fator de veículo médio de cada categoria de veículo comercial.

O período de projeto é de 15 anos, o N utilizado é o valor acumulado no ano 2013.

O histórico da rodovia indicou o ano de 1987 como o último ano em que foram realizados serviços no pavimento. Por conseguinte os "N's" anuais foram calculados ano-a-ano desde 1987 até 1998 e de 1998 até 2013. Apresentados com toda a distribuição anual na planilha 7.6, no anexo 11, os valores finais encontrados estão resumidos no Quadro 7.8:

QUADRO 7.8 DISTRIBUIÇÃO ANUAL				
METODOLOGIA		SÉRIE	SÉRIE	SÉRIE
		1987-1998	1999-2008	1999-2013
PISTAS SIMPLES	AASHTO	9,7x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>7</sup>	1,7x10 <sup>7</sup>
	USACE	3,1x10 <sup>7</sup>	3,5x10 <sup>7</sup>	5,6x10 <sup>7</sup>
PISTAS DUPLAS	AASHTO	7,8x10 <sup>6</sup>	8,5x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>
	USACE	2,5x10 <sup>7</sup>	2,8x10 <sup>7</sup>	4,5x10 <sup>7</sup>

Fonte: (MAIA MELO/DER, 1999)

### 7.2.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Como já dito anteriormente o dimensionamento do pavimento é feito utilizando o método do DNER para pavimentos novos.

O método utilizado no dimensionamento afirma que quando se utiliza o método CBR de dimensionamento de pavimentos flexíveis, desenvolvido pela "US Corps of Engineers", como é o caso corrente no Brasil (Método do DNER), não há como considerar explicitamente a resiliência, ou seja, a deformação resiliente que se configura como sendo a deformação elástica ou recuperável de solos e de estruturas de pavimentos sob a ação de cargas repetidas.

Ainda segundo o método, a análise de tensões e deformações de estruturas de pavimentos como sistemas de múltiplas camadas e a aplicação da teoria da elasticidade e do método de elementos finitos, deram ensejo à consideração racional das deformações resilientes no dimensionamento de pavimentos. Esta é a tendência observada a partir da década de 60. Assim, cresceu em importância a obtenção dos parâmetros elásticos ou resilientes dos solos e de materiais utilizados em pavimentos.

O método é um procedimento baseado em modelos de resiliência, tendo em vista a necessidade de um método de análise mecanística que calcule a deflexão máxima prevista de uma estrutura proposta para uma determinada expectativa de vida de fadiga. Na metodologia, considera-se o valor estrutural da camada betuminosa em função do tipo de subleito e do tráfego futuro, leva-se em conta o comportamento elástico não linear dos solos e materiais granulares e toma-se partido da boa qualidade dos solos argilosos de comportamento laterítico, diminuindo-se a parcela da espessura total do pavimento que corresponde a camada granular.

O procedimento proposto admite o cálculo da espessura total do pavimento em termos de camada granular segundo exposto no método de projetos de pavimentos flexíveis do DNER, de forma a proteger o subleito quanto ao aparecimento de deformações permanentes excessivas. Os materiais de base e sub-base devem ter capacidade de carga definida no ensaio CBR superior a 80% e 20%, respectivamente. Além desse critério, o procedimento leva em consideração a deflexão na face inferior do revestimento e a tensão vertical no subleito. A limitação da espessura máxima da camada granular e de cálculo da espessura mínima de solo argiloso de baixo grau de resiliência, capaz de proteger o subleito de má qualidade quanto a sua deformabilidade. A espessura mínima da camada betuminosa está associada também, às propriedades resilientes do conjunto pavimento - fundação e a fadiga do revestimento.

O método classifica, quanto à resiliência, os solos finos freqüentemente encontrados nas camadas de reforço de subleito e em subleitos, da seguinte forma:

- Solos Tipo I - Solos com baixo grau de resiliência – Apresentam bom comportamento como subleito e reforço de subleito, com possibilidade de utilização em camadas de sub-base;
- Solos Tipo II - Solos com grau de resiliência intermediária – Apresentam comportamento regular como subleito. Seu uso como reforço de subleito requer estudos e ensaios especiais.
- Solos Tipo III - Solos com grau de resiliência elevado – Não são aconselháveis seu emprego em camadas de pavimentos. Como subleito, requerem cuidados e estudos especiais.

A classificação dos solos como tipo I, II ou III é feita de acordo com o CBR apresentado e a percentagem de silte (S%), que a compõe, da maneira mostrada no Quadro 7.9.

QUADRO 7.9 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS			
CBR (%)	S %		
	≤ 35	35 a 60	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Fonte: (MAIA MELO/DER, 1999)

- **DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO**

A espessura total do pavimento é determinada pela expressão (7.2):

$$H_T = 77,67 N^{0,0482} \times CBR^{-0,598} \quad (7.2)$$

A deflexão de projeto  $D_p$  deve satisfazer a condição de  $D_p \leq D$ , sendo  $D$  = a deflexão admissível, dada pela expressão (7.3):

$$\text{Log} D = 3,148 - 0,188 \log N \quad (7.3)$$

A camada de material betuminoso terá a espessura mínima determinada pela equação (7.4):

$$H_{CB} = -5,737 + 807,961 / D_p + 0,972 I_1 + 4,101 I_2 \quad (7.4)$$

onde:

$I_1$  e  $I_2$  – constantes relacionadas com as características resilientes de subleito, sendo:

Solo de subleito Tipo I:  $I_1 = 0$  e  $I_2 = 0$

Solo de subleito Tipo II:  $I_1 = 1$  e  $I_2 = 0$

Solo de subleito Tipo III:  $I_1 = 0$  e  $I_2 = 1$

$D_p \rightarrow$  deflexão de projeto em 0,01 mm;

$H_{CB} \rightarrow$  espessura mínima da camada betuminosa, em cm.

- **VALOR ESTRUTURAL DE REVESTIMENTO BETUMINOSO**

O valor estrutural ( $V_E$ ) da camada betuminosa ( $H_{CB}$ ) é estabelecida conforme os valores de número  $N$  e do tipo de subleito, como no Quadro 7.10:

QUADRO 7.10					
VALOR ESTRUTURAL DA CAMADA ESTRUTURAL					
TIPO DE SUBLEITO	NÚMERO DE OPERAÇÕES N				
	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>
I	4,0	4,0	3,4	2,8	2,8
II	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
III	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Fonte: (MAIA MELO/DER, 1999)

### 7.2.3.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO

Dados:

$N = 4,5 \times 10^7$ , para um período de projeto de 15 anos com fator de equivalência de carga da USACE.

CBR = 7%

$$H_T = 77,67 \times (4,5 \times 10^7)^{0,0482} \times 7^{-0,598} \quad H_T = 57,0\text{cm}$$

### 7.3 IMPLANTAÇÃO DA PB-008

A pesquisa de tráfego realizada para o dimensionamento da Rodovia PB-008 levou em consideração o tráfego existente na Rodovia PB-018 que liga a rodovia BR-101 às cidades de Conde e Jacumã e o tráfego da PB-044 no trecho Cipasa/Taquara/Pitimbu/Acaú.

Na pesquisa fluxogramétrica do segmento estudado foram utilizados os dados históricos de tráfego (segmento estudado) no ano de 1993, ver Quadro 7.11.

Foram feitas adequações e aproximações que esta rodovia requer em função da finalidade de interligar a via litorânea de João Pessoa, onde se situam os principais pontos turísticos, ao litoral sul, região que apresenta uma crescimento difícil de prever.

QUADRO 7.11 DADOS HISTÓRICOS DE TRÁFEGO							
RODOVIA	POSTO	TIPO DE VEÍCULO (VMD)					
		AUTO	C. LEVES	ÔNIBUS	C.MÉDIOS	C.PES	R/S. REB.
PB-018		241	136		93	23	-
PB-044(CIPASA/Taquara)		275	-	10	38	7	24
Tráfego Esperado PB-008		236	130	59	89	23	-

Fonte: (DER, 1999)

Para estimar o crescimento do tráfego, levou-se em consideração as modificações de padrões de comportamento ocorridas na população, decorrentes dos recentes planos econômicos, que tiveram reflexos imediatos nas taxas de crescimento do tráfego que até 1993 eram apenas vegetativas. Em função disto espera-se para este trecho, taxas de crescimento anual da ordem de 5%, em progressão aritmética. Conseqüentemente para um período de 10 anos, utilizando essa taxa de crescimento, o Quadro 7.12 mostra a seguinte projeção:

$$V_1 = V_0 + 5\% V_0 \quad (7.5)$$

Foi estabelecido para rodovias desse tipo, um período médio de construção da ordem de dois anos. Sendo assim, será considerado como ano de abertura, o ano de 2001. Nesse ano, o  $V_1$  é igual a 208, considerando apenas o tráfego de veículos comerciais (ônibus, caminhões médios e caminhões pesados) que é o que interessa do ponto de vista de dimensionamento do pavimento. Considerando-se a taxa de crescimento já citada anteriormente, o volume médio diário num só sentido, para o período de 10 anos, será:

$$V_m = \frac{V_1 [2 + \frac{(P-1)}{100}]}{2} \quad (7.6)$$

$$V_m = 255$$



QUADRO 7.12 TRÁFEGO DA PB-008 (VMD)						
ANO	AUTOMÓVEIS	CAMINHÕES LEVES	ÔNIBUS	CAMINHÕES MÉDIOS	CAMINHÕES PESADOS	TOTAL
1997	236	130	59	89	23	537
1998	248	137	62	93	24	564
1999	260	143	65	98	25	591
2000	273	150	68	103	27	621
2001*	287	158	72	108	28	653
2002	301	166	75	114	29	685
2003	316	174	79	119	31	719
2004	332	183	83	125	32	755
2005	349	192	87	131	34	793
2006	366	202	92	138	36	834
2007	384	212	97	145	38	876
2008	404	223	101	152	40	920
2009	424	234	107	160	42	967

(\*) Ano de abertura ao tráfego

### 7.3.1 CÁLCULO DO NÚMERO N

O volume total de tráfego que solicitará o pavimento durante o período de projeto será determinado pela equação (7.7):

$$V_t = 365 \cdot P \cdot V_m \quad (7.7)$$

Onde:

$V_t$  → Volume total para o período de projeto considerado;

$P$  → Período de projeto.

Então:

$$V_t = 365 \cdot 10 \cdot 255 = 930.750 \text{ veiculos}$$

A composição do tráfego atribuído para o trecho: 52,1% de caminhões médios 34,6% de ônibus de 13,3% de caminhões pesados e considerando que os veículos trafeguem todos com a carga dentro dos limites da lei, não existem amostras de pesagens de veículos em trechos semelhantes na região. A distribuição de carga por eixo está indicada no Quadro 7.13.

QUADRO 7.13 DISTRIBUIÇÃO DE CARGA POR EIXO		
TIPO DE EIXO	CARGA LEGAL (TF)	FATOR DE EQUIVALÊNCIA DNER
SIMPLES DE RODAS SIMPLES	5	0,15
SIMPLES DE RODAS DUPLAS	10	2,39
TANDEM DUPLO RODAS DUPLAS	17	1,64
TANDEM TRIPLO RODAS DUPLAS	25,5	1,56

Fonte: (DER,1999)

- Fator de Eixo é um número que multiplicado pelo número total de eixos, dá o número total de eixos equivalentes que solicitarão a rodovia durante o período de projeto, donde,

$$FE = \frac{n}{V_m} = \frac{397}{208} = 1,91 \quad (7.8)$$

A equivalência será o fator de equivalência corrigido pelo percentual dos diversos tipos de eixos contados: (Quadro 7.14)

QUADRO 7.14 EQUIVALÊNCIA				
TIPO DE EIXO	VMD	%	F EQUIVALÊNCIA DNER	EQUIVALÊNCIA
SIMPLES DE RODAS SIMPLES	208	52	0,15	0,078
SIMPLES DE RODAS DUPLAS	161	41	2,39	1,64
RODAS DUPLAS EM TANDEM	28	7	1,64	0,665
TOTAL	397	100	FC	2,40

Fonte: (DER,1999)

O Fator de Veículos  $FV = FC * FE = 2,4 * 1,91 = 4,6$

No cálculo do Número N foram considerados os seguintes parâmetros:

- Fator climático regional:  $FR = 1,00$
- Fator de veículo médio ponderado:  $FV_{médio} = 4,60$

O número N, então, terá o seguinte valor:  $N = V_t \times F_V \times F_R = 930.750 \times 1,0 \times 4,89 = 4,3 \times 10^6$

### 7.3.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

#### 7.3.2.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Dados:

$$N = 4,3 \times 10^6$$

$$ISC_{\text{sub-leito}} = 15$$

$$H_T = 77,67 N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

$$H_T = 77,67 \times (4,3 \times 10^6)^{0,0482} \times (15)^{-0,598}$$

$$H_T = 32\text{cm}$$

## 7.4 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ESTUDO DE TRÁFEGO NO PAVIMENTO

Foram calculados os fatores de veículos de acordo com as metodologias do GEIPOT/DNER e DNER/USACE, com os valores indicados pela lei da balança atual e não atual e os indicados pelo DER-PB (com e sem excesso de peso) para as diversas configurações de veículos e cargas por eixo, o número de repetições do eixo padrão "N" a espessura total do pavimento  $H_T$ , a deflexão de projeto e a espessura de revestimento betuminoso, utilizando os fatores de veículos citados para a duplicação da BR-230 e implantação da PB-008. Para a análise considerou-se que todos os veículos trafegam carregados.

A análise permitiu identificar a influência da metodologia utilizada para determinação dos FV's, e a legislação vigente à época em que foram determinados os fatores de veículos através do número "N" na espessura total e de revestimento do pavimento. Os fatores de veículos e números "N" foram calculados de acordo com as planilhas 7.7, 7.8, 7.9, 7.10, 7.11 e 7.12 (BR-230), no anexo 12.

Os fatores de equivalência de carga do DNER e os fatores de veículos do indicados pelo DER se encontram nos Quadros 7.15 (BR-230) e 7.16 (PB-008). Os números de repetição N e a

espessura total do pavimento  $H_T$ , deflexão de projeto  $D_p$  e espessura de revestimento betuminoso se encontram nas Quadros 7.17 e 7.18:

QUADRO 7.15									
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DNER E FATORES DE VEÍCULOS DER (BR-230)									
TIPO DE EIXO	FATORES DE EQUIVALÊNCIA LEI DA BALANÇA				TIPO DE VEÍCULO	FATORES DE VEÍCULO DER			
	ATUAL		NÃO ATUAL			SEM EXCESSO		COM EXCESSO	
	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE		AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
E.S.R.S	0,33	0,26	0,15	0,10	ÔNIBUS	1,14	1,07	1,24	1,24
E.S.R.D	3,27	6,00	2,39	3,74	2C	0,56	0,55	1,01	1,50
E.T.D	2,22	8,45	1,64	5,01	3C	0,86	6,41	0,93	7,18
E.T.T	2,12	14,28	1,56	8,09	NSI	2,5	7,6	4,2	13,21

QUADRO 7.16									
FATORES EQUIVALÊNCIA LEI DA BALANÇA E FATORES DE VEÍCULOS DER (PB-008)									
TIPO DE EIXO	FATORES DE EQUIVALÊNCIA LEI DA BALANÇA				TIPO DE VEÍCULO	FATORES DE VEÍCULO DER			
	ATUAL		NÃO ATUAL			SEM EXCESSO		COM EXCESSO	
	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE		AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
E.S.R.S	0,33	0,26	0,15	0,10	ÔNIBUS	2,56	1,43	1,07	3,45
E.S.R.D	3,27	6,00	2,39	3,74	2C	1,24	0,63	0,55	1,94
E.T.D	2,22	8,45	1,64	5,01	3C	0,96	6,53	6,41	7,27

QUADRO 7.17									
VALORES DE $N$ , $D_p$ E ESPESSURAS $H_T$ E $H_{CB}$ (BR-230)									
BR-230 ANO 2013	LEI DA BALANÇA				DER				
	ATUAL		NÃO ATUAL		COM EXCESSO		SEM EXCESSO		
	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	
N ACUM	$1,9 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$	$7,9 \times 10^6$	$3,2 \times 10^7$	$5,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	
$H_T$ (cm)	55,0	57,0	53,5	56	52	56	51,5	55,0	
$D_p$	60,0	50	65,0	55,5	71,0	55,0	75,5	58,0	
$H_{cb}$	9,0	11,5	8,00	10,0	7,0	10	6,0	9,50	

QUADRO 7.18								
VALORES DE N, D <sub>p</sub> E ESPESSURAS H <sub>T</sub> E H <sub>CB</sub> (PB-008)								
PB-008 ANO 2001	LEI DA BALANÇA				DER			
	ATUAL		NÃO ATUAL		COM EXCESSO		SEM EXCESSO	
	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE
N	2,9 x 10 <sup>6</sup>	5,6 x 10 <sup>6</sup>	2,1 x 10 <sup>6</sup>	3,4 x 10 <sup>6</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	3,0 x 10 <sup>6</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>
H <sub>T</sub> (cm)	31,5	32,5	31	32,0	31	32	30,5	30,5
D <sub>p</sub>	85,5	75	91,5	83,0	97,0	85,5	98,0	99
H <sub>CB</sub>	5,0	6,0	4,0	5,0	4,	5,0	3,5	3,5

## 7.5 DISCUSSÃO

1. É de se esperar que os Fatores de Equivalência (FC) proposto pela DNER/GEIPOT proveniente da ASSHTO (1986) e os propostos pelo DNER proveniente do USACE sejam diferentes uma vez que o método do DNER/GEIPOT tem como base a redução da qualidade da serventia, medida pelo Present Serviceability Index (PSI), de cada configuração de eixo (simples, duplo ou triplo) em comparação a causada pela aplicação do eixo padrão. As equações levam em conta a própria composição do pavimento expressa pelo número estrutural, e o índice de serventia final admissível para cada configuração de eixo, enquanto os FV propostos pelo DNER/USACE tem como base a igualdade de deformação máxima de compressão admissível no subleito considerando a repetição de cargas como um fator de acumulação de deformação permanente. Os fatores calculados pelo método do DNER/USACE são maiores que os calculados pelo DNER/GEIPOT fazendo com que os números N calculados por um ou outro método sejam diferentes.

Nos Quadros 7.15 e 7.16 os fatores de equivalência determinados para a BR-230 e os fatores de veículos determinados para a PB-008 utilizando os limites da lei da balança variaram de 1,79 a 19,24 enquanto os indicados pelo DER-PB variaram de 0,55 a 13,21. Indicando que além das diferenças geradas quanto da metodologia utilizada e os veículos trafegando acima dos limites legais, os valores indicados pela lei da balança são maiores que os indicados pelo DER-PB. Desta forma pode-se concluir que os valores indicados pelo DER-PB estão ultrapassados, o que é uma consequência da legislação vigente à época em que foram determinados como também da característica do tráfego à época.

2. Nos Quadros 7.17 e 7.18 os valores de  $N$  calculados para a BR-230 utilizando os fatores de veículos indicados pela lei da balança variaram de  $1,3 \times 10^7$  a  $5,1 \times 10^7$  enquanto os calculados para a PB-008 variaram de  $2,27 \times 10^6$  a  $6,10 \times 10^6$ , e as espessuras correspondentes calculadas para os valores de  $N$  variaram de 51,5cm a 57,5cm (BR-230) e de 30,5cm a 33cm. Indicando que para grandes variações de  $N$  as espessuras correspondentes tiveram pouca variação. Para valores elevados de  $N \geq 10^9$  e  $\text{CBR} \geq 10\%$  não apresentam influência para a espessura total do pavimento ( $H_T$ ) em termos de material granular. O que confirma que o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis não reflete essa variação de  $N$  na espessura total do pavimento. As curvas de projeto do método DNER foram desenvolvidas com o objetivo de assegurar proteção as camadas mais profundas do pavimento, mais precisamente o subleito, contra deformações permanentes. Portanto, não parecem adequadas para prevenir os revestimentos em relação a fadiga, problema considerado crítico nos pavimentos brasileiros.

Considerando as espessuras do revestimento betuminoso para os diferentes valores de  $N$ , verifica-se que as grandes variações no número  $N$  são refletidas nas espessuras de revestimento betuminoso, onde se considera o efeito de fadiga das misturas asfálticas. É no revestimento betuminoso onde se concentra os maiores custos no dimensionamento do pavimento e futuras restaurações. Para um mesmo valor de  $N$  há um decréscimo da 80% na espessura do pavimento, quando o CBR aumenta de 1 a 20, para valores maiores de CBR a influência é pouco significativa. O gráfico da Figura 7.2 mostra a sensibilidade do valor do CBR no cálculo da espessura total do pavimento.

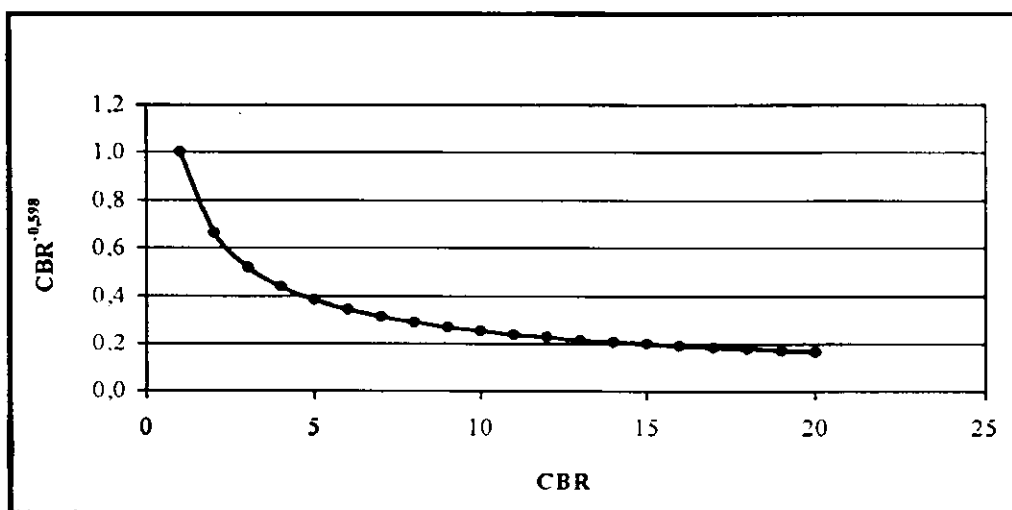


Figura 7.2: Gráfico Sensibilidade de CBR no cálculo da espessura

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 8.1 CONCLUSÕES

- A distribuição espacial dos postos de contagem de tráfego na Paraíba, historicamente (categoria de cobertura) foi feita sem considerar aspectos técnicos como: produção agrícola, área, população, etc.
- O número de postos por si só não reflete o volume médio diário da região. Sendo necessário estabelecer uma distribuição que considere o escoamento da produção, a população, extensão, área e etc.
- A falta de contagens permanentes no estado não permite que se façam as correções da sazonalidade nos postos de cobertura, como também não se pode ter o perfil de volume médio diário de tráfego nas rodovias estaduais.
- Os postos onde não foi possível o preenchimento das séries históricas correspondem às regiões onde nas décadas de 70 e 80 houve um aumento do volume médio diário, principalmente no de reboques e semi-reboques em decorrência dos incentivos concedidos na época do programa Proálcool.
- Tendo em vista as novas tecnologias de contagem de veículos, que permitem contagens mais precisas por longos períodos, a realização de contagens manuais é um fator que contribui para o acúmulo de erros gerados nas contagens como agravante da situação atual de contagem no estado.
- O uso do SIG no tratamento de dados é uma ferramenta que vem a facilitar e muito a sistematização dos dados, principalmente na visualização das diversas situações.

- Através de um melhor gerenciamento do VMD e FV é possível se ter um faixa de valores do Número N nas diversas microrregiões a serem utilizados no dimensionamento e avaliação de pavimentos.

- Como é do conhecimento de todos, os fatores de equivalência calculados pelo método do DNER/USACE são maiores que os calculados pelo método DNER/GEIPOT fazendo com que o número equivalente de eixo padrão N calculado por cada método seja diferente.

- A metodologia utilizada pelo DER-PB para a determinação dos fatores de veículos DER-PB esta ultrapassada, conseqüentemente os pavimentos avaliados com valores de N obtido pela metodologia citada não refletem a realidade de solicitação de cargas atual.

- O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis não reflete a variação de N na espessura total do pavimento. As curvas de projeto do método DNER foram desenvolvidas com o objetivo de assegurar proteção as camadas mais profundas do pavimento, mais precisamente o subleito, contra deformações permanentes. Portanto, não parecem adequadas para prevenir os revestimentos em relação a fadiga, problema considerado crítico nos pavimentos brasileiros.

### 8.1.1 SUGESTÕES

- Sistematização da coleta e análise de tráfego pelo DER-PB para otimização dos procedimentos vigentes.

- Uso de um sistema de informação geográfica na gerência dos processos de tomada de decisão.

- Incentivar programa de pesquisa na área de Engenharia Rodoviária em cooperação com centros de pesquisa.

- Sugere-se a substituição de contagens manuais por automáticas, em busca de tecnologia mais apropriada.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABDETRAN.** *Associação Brasileira dos Detrans.* [http// www.abdetran.com/](http://www.abdetran.com/).2000. 23 de março de 2001.
- ALBANO, J. F..** *Efeitos da Variação da Carga por Eixo, Pressão de Inflação e Tipo de Pneu na Resposta Elástica de um Pavimento.* Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP). Porto Alegre, 1998.
- ALBERNAZ, C. A. V.** *Método Simplificado de Retroanálise de Módulos de Resiliência de Pavimentos Flexíveis a Partir da Bacia de Deflexão.* Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, 1997.
- ALVES, H.** *Excesso de Peso, Danos Irreversíveis ao Pavimento.* Anais, 22ª Reunião Anual de Pavimentação, Maceió, 1987
- BERNUCCI, L. L. B.** *Considerações sobre o dimensionamento de pavimentos utilizando solos lateríticos para rodovias de baixo volume de tráfego.* Tese, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 1995.
- BURMISTER, D. M.** *The Theory of Stresses and Displacements in Layered Systems and Applications to the Disign of Airport Runways.* Proceedings, HRB, 23ª ANNUAL MEETING, v.23, p. 126-48. Washington, DC, 1943.
- C.T.B.** *Código de Trânsito Brasileiro.* Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997. Congresso Nacional, Brasília – DF, 1997.

- DERSA.** *Sistema de Pesagem Rodoviária.* Projeto Funcional, Relatório Parcial, Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo. Desenvolvimento Rodoviário SA (DERSA), São Paulo, SP, 1988.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1970.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1971.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1972.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1973.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1974.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1975.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1976.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1977.
- DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1978.

**DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1979.

**DER-SUDENE.** *Anuário Estatístico de Tráfego.* Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Desenvolvimento Local; 1984.

**DNER (A).** *Programa de Concessões de Rodovias Federais no Brasil.* Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), 2000.

**DNER.** *Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos, DNER-PRO 159/85.* DNER, Rio de Janeiro, 1985.

**DNER.** *Rede Rodoviária do PNV.* Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1999.

**DNER.** *Plano Nacional de Contagem de Trânsito.* Contagem Volumétrica. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Diretoria de Operações Rodoviárias, Divisão de Engenharia de Segurança de Trânsito, Séries Históricas 94, 95 e 96; Saneamento Instrumental S.A, Março, 1997.

**DNER (B).** <http://www.estradas.com.br/estraerod.htm/2000>. 23 de março de 2001.

**EDGAR, S. M; SALES, E. L; PESSOA, L de L; COSTA, V. da S.** *Comentários e Avaliação sobre as pesagens de veículos em Pernambuco.* 23ª Reunião Anual de pavimentação, Florianópolis 03 a 07 de outubro de 1988.

**FERGUS, S.M.** *Discussion, A Symposium.* American Society of Civil Engineers (ASCE), Paper nº 2406, 1959.

**FERNANDES JÚNIOR, J. L.** *Investigação dos Efeitos das Solicitações de Tráfego sobre o Desempenho de Pavimentos.* Tese, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

**FRAENKL, B. B.** *Engenharia Rodoviária*. Editora Guanabara dois S.A., Rio de Janeiro, 1980

**GEIPOT.** *Anuário Estatístico dos Transportes*. Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes (GEIPOT), 1998.

**GILLESPIE, T.D.; KARAMINHAS, S.M.; CEBON, D.; SAYERS, M.W.; NASIM, M.A. HANSEN, W. e EHSAN, N.** Effects of Heavy Vehicle Characteristics on Pavement Response and Performance, Final Report 1-25, National Cooperative Highway Research Program, TRB, The University of Michigan Transportation Research Institute, 1992.

**HCM.** *Highway Capacity Manual*. Special Report 209 Third Edition. Transportation Research Board, National Council, Washington. D.C., 2000.

**HIMENO, K.; IKEDA, T.** *Distribution of Tire Contact Pressure of Vehicles and it's Influence on Pavement Distress*. Anais, Volume I, Proceedings, Eighth International Conference on Asphalt Pavements, Pág. 121-139, University of Washington, Seattle, Washington, USA, 1997.

**IDEME.** *Anuário Estatístico 1996*. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Planejamento. Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba (IDEME), 1997.

**IPR.** *Efeito das Cargas dos Veículos sobre a Estrutura dos Pavimentos de Rodovias*. Instituto de Pesquisas Rodoviária. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico (IPR), Departamento de Estradas de Rodagem (DNER), Rio de Janeiro, 1999.

**LEE, C. E; SHANKAR, P.R e IZADMEHR, B.** *Lateral Placement of Trucks in Highways Lanes*. RR . 310. 1F. Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, 1983.

**LINS, J. R.** *Espaço Geo-Histórico e Cultural*. Atlas Escolar da Paraíba. Editora Grafset, 2ª edição, João Pessoa, 1997.

**MAIA MELO/DER.** *Projeto Final de Engenharia para Restauração e Duplicação. Secretaria de Infra-estrutura.* Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER -PB). Maia Melo Engenharia, Recife, PE, novembro, 1999.

**MAGALHÃES, V. L.** *A Concessão de Rodovias e o Financiamento do Sistema Rodoviário Nacional.* 3º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, DER, MG, 1998.

**MARTINS, E. R. C; MIRANDA, L. M. de.** *Controle de Carga na Rede Pavimentada de Mato Grosso.* Reunião Anual de Pavimentação, 29, Anais. Associação Brasileira de Pavimentação (ABPV) p. 141-173, Cuiabá, 1995.

**MCSHANE, W. R. e ROESS, R. P.** *Traffic Engineering.* Prentice Hall, Polytechnic Series in Transportation, Englewood Cliffs, New Jersey, United States, 1990.

**MELLO, J. C.** *Planejamento dos Transportes.* Editora Mcgraw-Hill do Brasil Ltda, São Paulo, 1975.

**MEDINA, J. de.** *Mecânica dos Pavimentos.*: Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro(UFRJ) Rio de Janeiro 1997.

**MENEZES, E. S. de; SALES, E. P; PESSOA, L. L; COSTA, V. S.;** *Comentários e Avaliações Sobre as Pesagens de Veículos em Pernambuco.* 23ª Reunião Anual de Pavimentação. Florianópolis, 03 a 07 de outubro, 1988.

**MOTTA, L. M. G. da.** *Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis. Critério de Confiabilidade e Ensaios de Cargas Repetidas.* Rio de Janeiro: COPPE UFRJ D.Sc. Engenharia Civil, abril, 1991.

**MOTTA, L.M.G & MEDINA, J. de.** *A Fadiga das Misturas Asfálticas e o Desempenho Estrutural de Pavimentos Flexíveis.* 6. Congresso Ibero-Latino Americano. Trab. T3 -10, 14p, 1991.

**PASSOS, I. D. C.F; QUEIROZ, J. E. R ; COSTA, I. C.; LIMA, R. C. C. L.** *Atualização da Malha Viária do Estado da Paraíba–1998 a Partir da Utilização de Técnicas de Geoprocessamento.* <http://www.fatorgis.com.br/index.shtml>.

**PEREIRA, A. M..** *Análise Crítica dos Fatores de Equivalência Adotados pelo DNER e sua Adequação às Rodovias de Tráfego Pesado.* Tese, Professor Titular, Departamento de Transporte, Universidade Federal do Paraná, 1985.

**PEREIRA, D. R. A. M.** *Contribuição ao Estudo dos Fatores de Equivalência de Cargas.* Dissertação, São Paulo, 1992.

**PIGNATARO, L. J.** *Traffic Engineering Theory and Practice.* Prentice-Hall, Inc Capítulo 9, Volume Studies, 143p a 163, Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.

**PINTO, S.** *Estudo do Comportamento à Fadiga de Misturas Betuminosas e Aplicação na Avaliação Estrutural de Pavimentos.* Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COOPE, Rio de Janeiro, 1991.

**PORTTER, J.C.** *Reability of The Flexible Pavement Design Model.* Miscellaneous Paper. GL 85-27, USA ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE), 1985.

**SALES, E. P.; SOBRINHO, J. J. S.; GONDIM, Y. C.** *Pesagens de Veículos na Região Norte e Nordeste Análise e Recomendações.* 22ª Reunião Anual de Pavimentação, Maceió, Setembro, 1987.

**SOARES, L.R.** *Engenharia de Tráfego.* G.B Almeida Neves e Editores Ltda, Caps. 7 e 9, Rio de Janeiro, 1975.

**SOARES, J. B.** *Micro - Localização dos Postos de Pesagem.* Relatório Técnico, Atividade 03, Universidade Federal do Ceará (UFCE), 2000.

**SOUZA, M. L. de.** *Pavimentação Rodoviária.* Rio de Janeiro : Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), Volume 1, DNER, 1976.

**TOUMA, J. E.** *Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural*. Conferência Internacional sobre Eficiência Energética em Transporte Rodoviário, Confederação Nacional do Transporte, Rio de Janeiro, 25 a 28 de setembro, 2000.

**TURNBULL, W. J.; FOSTER, C.R; AHLVIN, R. J.** *Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume. Proceedings, 1. INTER. CONF. STRUCTURAL DESIGN OF ASFHALT PAVEMENTS*. Ann Arbor, Univ. Michigan, 1039p.p.821-5, 1962.

**VASCONCELOS, E. A.** *Pesquisa e Levantamentos de Tráfego*. Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), 31-46p, Boletim Técnico 31, São Paulo, 1982.

# **ANEXO 1**

---

**QUADRO 2.7 E QUADRO 2.8**



**QUADRO 2.7  
CONCESSÃO DE RODOVIAS NO BRASIL**

N	GESTÃO			EMPRESA	DATA	PERÍODO	EXT. (km)
	ORGÃO	ESTADO	RODOVIA				
1	DER	ES	ES 060	RODOSOL	21/12/98	25	67,7
2	DER	PR	BR 277, 373 PR 438	CAMINHOS DO PARANÁ	14/11/97	24	305
3			BR 369 PR 323, 445	ECONORTE	14/11/97	24	275
4			BR 277 PR 407, 508	ECOVIAS	14/11/97	24	135,2
5			BR 376, 277, 151 BR 373	RODONORTE	14/11/97	24	480,5
6			BR 277	RODOVIA DAS CATARATAS	14/11/97	24	387,1
7			BR 369, 376, 158 PR 444, 317	VIAPAR	14/11/97	24	468,2
8			BR 163	DER-PR	21/01/98	-	3,6
9			DER	RJ	RJ 124	VIA LAGOS	23/12/96
10	DAER	RS	RS 115, 235, 235 RS 466, 020	BRITA	20/05/98	15	132
11			BR 116 RS 122	CONVIAS	14/04/98	15	173,8
12			BR 285, 386 RS 153	COVIPLAN	21/01/98	15	250,4
13			BR 116, 290, 153 BR 392 RS 030,040,764	METROVIAS	14/04/98	15	598
14			BR 285, 116	RODOSUL	15/06/98	15	132,7
15			BR 158, 290, 287,392 RST 287	RODOVIAS	05/08/98	15	256,2
16			BR 471 RST 287	SANTA CRUZ RODOVIAS	25/05/98	15	196,8
17			BR 386 RS 130, 453,470, 128 RST 453	SULVIAS	14/04/98	15	317,8
18			BR 116, 158,290, 386	DAER-RS	10/96 -08/97	-	557
19			DER	SC	SC 408, 411 SCT 486	COLESC	30/12/98
20	SC 400, 401,402, 403	LINHA AZUL AUTO ESTRADAS			29/12/94	25	36,3
21	DER	SP	SP 300, 330, 348	AUTOBAN	01/05/98	20	316,7
22			SP 255, 330, 318 SP 334, 345	AUTOVIAS	01/09/98	20	317
23			SP 225, 310	CENTROVIAS	18/06/98	20	219
24			SP 075, 127, 280,300	RODOVIAS DAS COLINAS	02/03/00	20	299
25			SP 41, 55, 150, 160	ECOVIA DOS IMIGRANTES	27/05/98	20	176,4
26			SP 147, 191,215 SP 330, 352	INTERVIAS	17/02/00	20	364
27			SP 215, 340, 342 SP 344,350	RENOVIAS	14/04/98	20	291
28			SP 127, 255, 258 SP 270, 280	SP VIAS	10/02/00	20	516
29	DER	SP	SP 323, 326,351	TEBE	02/03/98	20	156
30			SP 310, 326, 333	TRIÂNGULO DO SUL	18/06/98	20	442
31			SP 75, 270, 280	VIAOESTE	30/03/98	20	174
32			SP322, 325, 328, 330	VIANORTE	06/03/98	20	237
33	DNER	RJ	BR 040 RIO - JUIZ DE FORA	CONCER	31/10/95	25	179,7
34			BR 116 R. DE JANEIRO TERSÓPOLIS ALÉM PARAÍBA	CRT	22/11/95	25	144,4
35			BR 116 DUTRA	NOVA DUTRA	31/10/95	25	406,8
36			PONTE RIO - NITERÓI	PONTE S.A	29/12/94	20	13,2
37			DNER	RS	BR 290	CONCEPA	04/03/97
38	BR 116, 293, 392	ECOSUL			15/07/98	27	623,6
39	PMRJ	RJ	LINHA AMARELA	LAMSA	09/12/94	25	25
SUB -TOTAL =						9.973,9 km	
CONCESSÕES A LICITAR							
DNER	DIVERSOS	1ª ETAPA					2610,2
		2ª ETAPA					4179,1
TOTAL =						16.763,2 km	

Fonte: (Estradas 2000)

**QUADRO 2.8**  
**RESUMO DA CONCESSÕES RODOVIÁRIAS NO BRASIL**

CRITÉRIO		EXTENSÃO (km)	%
ANO DA CONCESSÃO	1994	74,6	0,7
	1995	730,9	7,3
	1996	598,6	6,0
	1997	2.182,6	21,9
	1998	5.208,2	52,2
	2000	1.179,0	11,8
ÓRGÃO	DER	8.468,9	84,9
	DNER	1.480,0	14,8
	PREFEITURA	25,0	0,3
ESTADO	ES	67,7	0,7
	PR	2.055,6	20,6
	RJ	829,1	8,3
	RS	3.350,6	33,6
	SC	162,8	1,6
	SP	3.508,1	35,2
PERÍODO DE CONCESSÃO	15	2.614,7	26,2
	20	3.633,6	36,4
	24	2.055,6	20,6
	25	1.046,4	10,5
	27	623,6	6,3
RODOVIAS JÁ CONCEDIDAS			9.973,90
RODOVIAS A LICITAR PARA CONCESSÃO PELO DNER			6.789,30
TOTAL GERAL			16.763,20

Fonte: (Estradas, 2000)

# **ANEXO 2**

---

QUADRO 4.2

**QUADRO 4.2**

**POSTOS DE PESAGENS PARA O TRANSPORTE DE CARGA  
E DE PASSAGEIROS REDE RODOVIÁRIA FEDERAL**

ESTADO	QTDE DE BALANÇAS	TIPO DE BALANÇA	SITUAÇÃO
Rondônia	01	Dinâmica	Desativada
Pará	01	Dinâmica	Desativada
Pernambuco	03	Dinâmica	2 Operando
			1 Desativada
Bahia	02	Dinâmica	Desativada
Espírito Santo	04	Dinâmica	1 Operando
			3 Desativada
Minas Gerais	18	Dinâmica	8 Operando
			10 Desativada
Rio de Janeiro	06	Dinâmica	1 Operando
			5 Desativada
São Paulo	06	Dinâmica	4 Operando
			2 Desativada
Paraná	12	Dinâmica	4 Operando
			8 Desativada
Santa Catarina	4	Dinâmica	1 Operando
			3 Desativada
Rio Grande do Sul	11	Dinâmica	4 Operando
			7 Desativada
Mato Grosso do Sul	02	Dinâmica	1 Operando
			1 Desativada
Mato Grosso	02	Dinâmica	1 Operando
			1 Desativada
Goiás	01	Dinâmica	Operando

Fonte: (DNER, 2000)

## **ANEXO 3**

---

**QUADRO 5.1: LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM**

**QUADRO 5.1  
LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM**

RODOVIA	TRECHO	POSTO	LOCALIZAÇÃO	CONDIÇÃO
PB - 004	João Pessoa – Bayeux	C-000	A 02 Km de J. Pessoa	1990/93/97 e 1999
	Bayeux – Santa Rita	C-114	A 04 Km de Bayeux	incompleto
	Santa Rita – Cruz do Espírito Santo	C-003	A 06km de Sta. Rita	ok
	Cruz do E. Santo – Ent.PB-041/073(Sapé)	C-000	A 08 km de Sapé	1992/1993 e 2000
PB - 008	Ent.PB-018(Jacumã) – Acesso a Tambaba	C-000	A 05 km de Jacumã	1997
PB - 016	Ent.BR-230 – Água Mineral Indaiá	C-000	A 03 Km do Ent.BR-230	2000
PB - 018	Ent.BR-101 – Conde	C-000	A 02 km do Ent.BR-101	1992/1993 e 1997
	Conde – Ent.PB-008	C-000	A 07 km do Conde	1992/93/97 e 2000
PB - 019	Ent. Acesso a Igreja da Penha	C-000	A 03 km do Ent.PB-025	ñ encontrado
PB - 025	Lerolândia – Ent.PB-019	C-155	A 09 km do Ent.BR-101	1991/1998 e 2000
	Ent.BR-101 – Ent.PB-021	C-155	A 08 km do Ac.à Us. Jacuipe	1992/93/98 e 2000
PB - 030	Ent.BR-230 – Pedras de Fogo	C-004	A 08 Km de P. de Fogo	incompleto
PB - 032	Usina Giasa – Ent.PB-030(Pedras de Fogo)	C-000	A 08 Km de Pedras de Fogo	1991/92/93/97 e 2000
PB - 034	Ent.BR-101 – Alhandra	C-061	A 06 km do Ent.BR-101	ok
	Alhandra – Ent.PB-044	C-000	A 03 km de Alhandra	1993/1997 e 2000
PB - 041	Ent.PB-073(Sapé) – Capim	C-006	A 10 km de Sapé	incompleto
	Ent.BR-101/PB-057(Mamanguape) – Rio Tinto	C-005	A 02 km de Mamanguape	incompleto
	Marcação – Ent.PB-008(Baía da Traição)	C-000	A 10 km de Rio Tinto	1991/92/93 e2000
PB - 042	São Miguel de Taipu – Ent.PB-048(Pilar)	C-000	A 03 km de Pilar	1997
PB - 044	Ent.BR-101 – Caaporã	C-179	A 04 km do Ent.BR-101	incompleto
	Caaporã – Acesso a fábrica de cimento Poti	C-000	A 500m do Ac.à Fabrica	ñ encontrado
	Caaporã – Ent.PB-008(Pitimbu)	C-000	A 08 km de Caaporã	1997
PB - 045	Ent.PB-041 – Cuité de Mamanguape	C-000	A 04 km do Ent.PB-041	1997
PB - 048	Ent.BR-230 – Ent.PB-042	C-015	A 05 km de Pilar	incompleto
	Ent.PB-082 – Ent.PBT 408/Div.PB/PE(Juripiranga)	C-000	A 05 km do Ent.PB-082	1992/ 1997 e 2000
PB - 051	Ent.BR-230(Cajá) – Caldas Brandão	C-000	A 05 km do Ent.BR-230	1997 e 2000
PB - 054	Ent.BR-230 – Ent. Acesso São José dos Ramos	S-006	A 10 km de Itabaiana	-
PB - 057	Ent.BR-101/PB-041(Mamanguape) – Itapororoca	C-000	A 06 km de Mamanguape	1993/1997 e 2000
	Itapororoca – Araçagi	C-165	A 09 km de Itapororoca	1993 e 1997
	Araçagi – Ent.PB-073(Guarabira)	C-062	A 06 km de Guarabira	incompleto
PB - 063	Ent.BR-230 – Gunnhém	C-000	A 04 km do Ent.BR-230	1991/92/93/97 e 2000
	Ent.PB-067(Mulungu) – Ent.PB-075(Alagoinha)	C-031	A 07 km de Mulungu	incompleto
PB - 065	Ent.BR-101 – Ent. Acesso. a Mataraca	C-180	A 05 km do Ent.BR-101	incompleto
PB - 067	Ent.PB-073 – Ent.PB-063(Mulungu)	C-000	A 07 km do Ent.PB-073	1997 e 2000
PB - 071	Ent.BR-101 – Jacaraú	C-101	A 10 km do Ent.BR-101	incompleto
	Lagoa de Dentro – Ent.PB-081(Duas Estradas)	C-172	A 02 km de Lagoa de Dentro	1979/1981 e 2000
PB - 073	Ent.BR-230 – Ent.PB-041(Sapé)	S-016	A 05 km de Sapé	-
	Ent.PB-041(Sapé) – Ent.PB-051(Mari)	C-002	A 05 km de Sapé	incompleto
	Ent.PB-067 – Ent.PB-057	C-001	A 10 km de Mari	incompleto
	Ent.PB-075(Guarabira) – Ent.PB-081(Pirpirituba)	C-029	A 07 km de Guarabira	incompleto
PB - 075	Ent.PB-103(Bilinguim) – Ent.PB-111(C. de Sant.)	C-028	A 05 km do Ent.PB-103	incompleto
	Ent.PB-067(A. Grande) – Ent.PB-063(Alagoinha)	C-018	A 09 km de Alagoinha	ok
PB - 077	Ent.PB-077(Cuitegi) – Ent.PB-073(Guarabira)	C-030	A 03 km de Guarabira	incompleto
	Ent.PB-075(Cuitegi) – Ent.Pb-087(Piões)	C-070	A 06 km de Cuitegi	incompleto
PB - 079	Ent.BR-230 – Juarez Távora	S-007	A 03 km do Ent.BR-230	-
	Juarez Távora – Ent.PB-067(Alagoa Grande)	C-013	A 08 km de Juarez Távora	incompleto
	Ent.PB-067/075(Alagoa Grande) – Ent.PB-097	C-012	A 06 km de Alagoa Grande	incompleto
	Ent.PB-087(Areia) – Ent.BR-104(Remigio)	C-142	A 07 km de Remigio	incompleto
PB - 081	Ent.PB-073/085(Pirpirituba) – Sertãozinho	C-141	A 04 km de Pirpirituba	ok
PB - 082	Ent.PB-048 – Ent.PB-054(Itabaiana)	C-000	A 04 km de Itabaiana	1992/93/97 e 2000
	Ent.BR-230 – Ent.PB-048	C-007	Sem referencia	incompleto
	Ent.PB-054(Itabaiana) – Salgado de S. Félix	C-009	A 05 km de Itabaiana	incompleto
	Salgado de São Félix – Ent.PB-092(Pedro Velho)	C-010	A 10 km de Salgado de S. Félix	incompleto

RODOVIA	TRECHO	POSTO	LOCALIZAÇÃO	CONDIÇÃO
PB - 085	Ent.PB-073(Pirpirituba) - Ent.PB-087(Borborema)	C-000	A 07 km de Borborema	1997 e 2000
	Ent.PB-093 - Ent.PB-105(Arara)	C-065	A 08 km de Serraria	incompleto
PB - 087	Ent.PB-105 - Ent.PB-085(Borborema)	C-000	A 03 km do Ent. PB-105	1991/92/93/97 e 2000
	Ent.PB-077(Pilões) - Ent.PB-079 Areia)	C-076	A 10 km de Pilões	incompleto
PB - 089	Ent.PB-071 - Caiçara	C-143	A 07 km de Belém	incompleto
	Ent.PB-081(Logradouro) - Div.PB/RN	C-000	A 07 km de Logradouro	incompleto
PB - 090	Ent.PBT-408(Ingá) - Itatuba	C-060	A 05 km de Ingá	incompleto
	Ent.PB-102 - Ent.PB-092(Aroeiras)	C-000	A 04 km do Ent.PB-102	1991/93/97 e 2000
PB - 092	Ent.PB-082(Pedro Velho) - Aroeiras	C-000	A 08 km do Ent.PB-082	ñ encontrado
PB - 094	Ent.PB-082 - Natuba	C-000	A 03 km do Ent.PB-082	1997
PB - 095	Ent.BR-230/PBT-408 - Serra Redonda	C-016	A 05 km de Serra Redonda	ok
	Serra Redonda - Massaranduba	C-000	A 03 km de Massaranduba	1993
	Massaranduba - Ent.BR-104(Campina Grande)	C-017	A 08 km de Campina Grande	ok
PB - 097	Ent.BR-101 - Alagoa Nova	C-078	A 08 km do Ent.BR-104	incompleto
	Alagoa Nova - Ent.PB-079	C-000	A 06 km de Alagoa Nova	1992/93/97 e 2000
PB - 100	Galante - Fagundes	C-000	A 04 km do Ent.BR-230	1997 e 2000
PB - 102	Ent.BR-104 - Ent.PB-090	C-063	A 10 km do Ent.BR-104	incompleto
	Ent.PB-090 - Ent.PB-082(Umbuzeiro)	C-000	A 10 km do Ent.PB-090	1993/1997 e 2000
PB - 103	Dona Inês - Ent.PB-073(Bilinguim)	C-000	A 06 km do Ent.PB-073	1993/1997 e 2000
	Ent.BR-105(Bananeiras) - Dona Inês	C-000	A 10 km de Bananeiras	1997 e 2000
PB - 105	Ent.PB-079(Remigio) - Ent.PB-085(Arara)	C-064	A 07 km de Arara	incompleto
	Ent.PB-111 - Solânea	C-000	A 03 km de Solânea	1990 e 2000
	Ent.PB-103(Bananeiras) - Ent.PB-087	C-102	A 04 km de Bananeiras	incompleto
PB - 109	Campo de Santana - Riachão de Araruna	C-000	A 04 km de Campo de Santana	1997
PB - 111	Ent.PB-105 - Cacimba de Dentro	C-014	A 10 km do Ent.PB-105	ok
	Araruna - Ent.PB-073(Campo de Santana)	C-081	A 07 km de Araruna	incompleto
PB - 115	Ent.BR-230 - Puxinanã	C-000	A 03 km do Ent.BR-230	1997 e 2000
	Puxinanã - Montadas	C-000	A 03 km de Puxinanã	1991/92/93/97 e 2000
PB - 121	Ent.BR-230 - Pocinhos	C-145	A 05 km do Ent.BR-230	incompleto
	Areal - Ent.BR-104(Esperança)	C-000	A 03 km de Esperança	ok
PB - 133	Damião - Logradouro	C-000	A 10 km do Ent.PB-111	1991/92/92/97 e 2000
PB - 137	Ent.BR-104/PB-167 - Ent.PB-169	C-092	A 10 km do Ent.BR-104	ok
PB - 148	Ent.BR-104(Queimadas) - Ent. Acesso a Caturité	C-068	A 08 km de Queimadas	incompleto
	Boqueirão - Ent.PB-160(Cabaceiras)	C-000	A 08 km de Boqueirão	1997 e 2000
	Ent.PB-160(Cabaceiras) - Ent.BR-412	C-000	A 10 km de São João do Cariri	1993/1997 e 2000
PB - 151	Cuitê - Ent.BR-104(Nova Floresta)	C-000	A 03 km de Cuitê	1993/1997 e 2000
	Ent.BR-104(Nova Floresta) - Ent.PB-137(Picuí)	C-083	A 08 km de Picuí	incompleto
	Ent.PB-137(Picuí) - Div.PB/RN	C-084	A 06 km de Picuí	ok
PB - 157	Ent.BR-230 - Olivados	C-000	A 07 km do Ent. BR-230	2000
PB - 160	Ent.PB-196(Barra de São Miguel) - Ent.PB-186	C-000	A 10 km de Cabaceiras	1993/1997 e 2000
	Ent.PB-148(Cabaceiras) - Ent.BR-412(Boa Vista)	C-077	A 08 km de Cabaceiras	incompleto
PB - 167	Ent.PB-177 - Cubati	C-000	A 03 km do Ent.PB-177	1993/1997 e 2000
	Cubati - Sossego	C-000	A 10 km de Cubati	1997
PB - 176	Ent.BR-412 - Ent.PB-202(Gurjão)	C-167	A 06 km do Ent.BR-412	incompleto
PB - 177	Ent.PB-157 - Acesso São Vicente do Seridó	C-023	A 07 km do Ent.PB-157	incompleto
	Seridó - Pedra Lavrada	C-000	A 07 km de Seridó	1997 e 2000
	Nova Palmeira - Ent.PB-137/151(Picuí)	C-022	A 10 km de Picuí	incompleto
	Ent.PB-137/151(Picuí) - Frei Martinho	C-000	A 06 km de Picuí	1997 e 2000
PB - 196	Ent.BR-104 - Riacho de Santo Antônio	C-000	A 05 km do Ent.BR-104	1997 e 2000
	Ent.BR-214(B) - Ent.BR-224(Camalaú)	C-100	A 08 km do Ent.PB-214	1992 e 1993
	Ent.PB-264(S. S do Umbuzeiro) - S. J do Tigre	C-190	A 10 km de São João do Tigre	1991/1992 e 1993
PB - 200	Ent.BR-412(Serra Branca) - Coxixola	C-000	A 06 km de Serra Branca	1991/92/93 e 1997
	Coxixola - Ent.BR-196(Carúbas)	C-000	A 07 km de Coxixola	1998
PB - 202	Ent.PB-216 - Parari	C-000	A 08 km do Ent.PB-216	ñ encontrado
PB - 210	Ent.PB-216(S. J. dos Cordeiros) - Ent.PB-248	C-000	A 15 km de Sumé	1991/92/93 e 1997
	Ent.PB-238(Taperoá) - S. José dos Cordeiros	C-164	A 10 km de S. J. dos Cordeiros	incompleto
PB - 214	Ent.BR-412(Sumé) - Ent.PB-196(A)	C-071	A 15 km de Sumé	incompleto
	Ent.PB-196(B)(Congo) - Div. PB/PE	C-072	A 08 km de Congo	incompleto

RODOVIA	TRECHO	POSTO	LOCALIZAÇÃO	CONDIÇÃO
PB - 216	S. João do Cariri – S. José dos Cordeiros	C-066	A 15 km de São João do Cariri	incompleto
	Ent.PB-210(S. José dos Cordeiros) – Ent.PB-226	C-000	A 08 km de S. J. dos Cordeiros	1993
PB - 221	Ent.BR-230(Santa Luzia) – S. José do Sabugi	C-146	A 08 km do Ent.BR-230	incompleto
	S. José do Sabugi – Div. PB/RN	C-000	A 02 km de S. J. do Sabuji	2000
PB - 224	Ent.BR-412 – Ent.PB-196(Camaíau)	C-000	A 10 km do Ent.BR-412	1998
PB - 226	Ent.PB-238 – Ent.PB-216(Livramento)	C-178	A 05 km do Ent.BR-238	1979/81/92/93 e 1997
	Ent.BR-230 – Ent.PB-238(Assunção)	C-024	A 04 km do Ent.BR-230	ok
PB - 228	Ent.PB-238(Assunção) – Salgadinho	C-025	A 06 km de Assunção	incompleto
	Ent.BR-230 – Quixaba	C-000	A 05 km do Ent.BR-230	1997
PB - 233	Ent.BR-230(Santa Luzia) – Várzea	C-147	A 07 km de Santa Luzia	ok
	Várzea – Div.PB/RN(para Caicó)	C-000	A 03 km de Várzea	1999
PB - 238	Ent.PB-228(Assunção) – Ent.PB-210(Taperoá)	C-079	A 08 km de Assunção	ok
	Taperoá – Desterro	C-080	A 06 km de Desterro	ok
	Desterro – Ent.PBT-110(Teixeira)	C-000	A 10 km do Ent.PBT-110	ok
PB - 240	Ent.PB-196 (S. J do Tigre) – Santa Maria	C-175	A 08 km de S.J. do Tigre	1979/81 e 1993
PB - 242	Ent.PB-196(Camaíau) – Ent.PBT-110(Monteiro)	C-177	A 15 km do Ent.BR-412	incompleto
PB - 248	Amparo – Ent.PB-210	C-000	A 06 km do Ent.PB-210	1998
PB - 251	Ent.BR-230 – São Mamede	C-000	A 500m do Ent.BR-230	1993/1997 e 2000
	São Mamede – Div.PB/RN	C-163	A 08 km de S. Mamede	incompleto
PB - 252	Ent.PB-228 – Cacimba de Areia	C-000	A 04 km do Ent.PB-228	ñ encontrado
PB - 264	Ent.PBT-110/BR-412(Monteiro) – Zabelê	C-069	A 10 km de Monteiro	incompleto
	S.S. do Umbuzeiro – Div.PB/RN	C-000	A 10 km de S.S. do Umbuzeiro	ñ encontrado
PB - 275	Ent.BR-230(Patos) – São José de Espinhares	C-160	A 10 km de Patos	incompleto
	São José de Espinhares – Ent.PBT-110	C-000	A 06 km de S.J de Espinhares	ñ encontrado
PB - 276	Ent.PB-110(São José do Bonfim) – Mãe D'água	C-000	A 09 km de S. José do Bonfim	1997
PB - 293	Paulista – Ent.PBT-110(São Bento)	C-161	A 08 km de Paulista	incompleto
PB - 299	Ent.BR-230(Malta) – Vista Serrana	C-000	A 10 km de Malta	1993 e 1997
PB - 306	Maturéia – Imaculada	C-032	A 10 km de Imaculada	incompleto
	Água Branca – Junu	C-033	A 08 km de Água Branca	ok
PB - 312	Ent.PBT-361 – Emas	C-000	A 03 km do Ent.PBT-361	1997
PB - 313	S. J. do B. do Cruz – Ent.PB-321(Brejo do Cruz)	C-000	A 09 km de Brejo do Cruz	1998
PB - 317	Ent.PB-325 – Riacho dos Cavalos	C-088	A 04 km do Ent.PBT-325	incompleto
PB - 321	Ent.PBT-110(Brejo do Cruz) – Belém do B. Cruz	C-148	A 06 km de Brejo do Cruz	ok
PB - 323	Ent.PB-325(C. do Rocha) – Ent.PB-321(B. do C.)	C-085	A 10 km de Catolé do Rocha	incompleto
	Ent.PB-325(C. do Rocha) – Brejo dos Santos	C-090	A 06 km de Catolé do Rocha	incompleto
	Bonsucesso – Div.PB/RN	C-099	A 04 km de Bonsucesso	incompleto
	Div. PB/RN – Ent.PBT-110	C-086	A 07 km de Brejo do Cruz	ok
PB - 325	Ent. Acesso a Jericó – Ent.PB-317	C-036	A 04 km do Ent.PB-317	incompleto
	Ent.PB-323(Catolé do Rocha) – Div.PB/RN	C-034	A 07 km de Catolé do Rocha	incompleto
PB - 337	Ent.PB-325 – Lagoa	C-100	A 06 km do Ent.PB-325	incompleto
PB - 348	Ent.PBT-426(Coremas) – km 10	C-048	A 08 km de Coremas	incompleto
	S.J. da Lagoa Tapada – Ent.PB-384 (S. Gonçalo)	C-049	A 07 km de S. J. da L. Tapada	incompleto
	Ent.PB-368 – S. J. da Lagoa Tapada	C-000	A 06 km do Ent.PB-368	1991/1992 e 2000
PB - 356	Pedra Branca – Ent.PBT-361(Itaporanga)	C-149	A 07 km de Pedra Branca	ok
PB - 359	Ent.BR-230(Aparecida) – São Francisco	C-082	A 09 km de Aparecida	ok
PB - 366	Ent. Acesso Igaraci – Ent.PB-368(Aguiar)	C-000	A 07 km de Igarassi	incompleto
	Ent.PB-368(Aguiar) – Ent.PB-384	C-096	A 10 km de Aguiar	incompleto
	Ent.PB-400(S. J. do Piranhas) – Boa Vista	C-000	A 05 km de S. J de Piranhas	1995 e 2000
PB - 368	Aguiar – Ent.PB-348	C-139	A 10 km de Aguiar	ñ encontrado
PB - 370	Ent.PBT-361 – Curral Velho	C-150	A 08 km de Diamante	ok
PB - 372	Ent.PBT-388 – Ent.PB-361/PB-374(Ibiara)	C-042	A 07 km de Ibiara	incompleto
	Ent.PBT-382 – Ent.PB-376	C-000	A 04 km do Ent.PB-382	1997
	Ent.PBT-382 – Ent.PBT-361(Itaporanga)	C-000	A 02 km de Itaporanga	1991 e 2000
PB - 374	Ent.PBT-361 – Santana Mangueira	C-151	A 06 km de S. de Mangueira	ok
	Ent.PBT-426(Princesa Isabel) – S. J. de Princesa	C-152	A 07 km de São J. de Princesa	incompleto
PB - 376	Ent.PBT-361 – Faz. Veludo	C-000	A 02 km do Ent. PB-361	1997
PB - 378	Ent.PB-374(Manaira) – Div.PB/PE	C-000	A 04 km de Manaira	1993/1997 e 2000



RODOVIA	TRECHO	POSTO	LOCALIZAÇÃO	CONDIÇÃO
PB - 382	São José de Caiana – Ent.PB-368	C-153	A 10 km de Itaporanga	incompleto
PB - 383	Ent.PBT-391 – Ent.PB-387	C-000	A 10 km de Sousa	1991/92/93/97 e 2000
PB - 384	Nazarezinho – Ent.PB-348(São Gonçalo)	C-094	A 04 km de São Gonçalo	incompleto
PB - 384	Ent.PB-366 – Carrapateira	C-000	A 08 km do Ent.PB-366	incompleto
PB - 391	Ent.PB-383 – Ent.PB-387	C-047	A 15 km de Sousa	ok
	Uiraúna – Poço de Dantas	C-046	A 05 km de Uiraúna	ñ encontrado
PB - 393	Ent.BR-230(Marizópolis) – Ent.BR-405(S. J. R. P.)	C-054	A 10 km de Marizópolis	1993/95/98 e 2000
	Ent.BR-405(S. J. do Rio do Peixe) – Ent.PB-395	C-171	A 05 km de S. J. do R. do Peixe	incompleto
PB - 395	Ent.PB-393 – Ent.PB-411	C-053	A 03 km do Ent.PB-393	ok
	Ent.PB-411 – Santa. Helena	C-000	A 09 km do Ent.PB-411	1993 e 2000
	Santa. Helena – Div. PB/CE	C-000	A 01 km de Sta. Helena	1993
PB - 400	Ent.BR-230(Cajazeiras) – S. J. de Piranhas	C-055	A 15 km de Cajazeiras	incompleto
	Ent.PB-366(S.J. de Piranhas) – Monte Horebe	C-056	A 08 km de S. J. de Piranhas	incompleto
	Monte Horebe – Bonito de Santa Fé	C-057	A 08 km de Monte Horebe	ñ encontrado
	Bonito de Santa Fé – Ent.PB-388	C-168	A 10 km de Conceição	ñ encontrado
PB - 404	Ent.PBT-361/PB-400(Conceição) – Div.PB/CE	C-044	A 07 km de Conceição	incompleto
PB - 411	Ent.PB-395 – Triunfo	C-173	A 08 km do Ent.PB-395	1979/81/98 e 2000
PB - 417	Ent.BR-230 – Bom Jesus	C-000	A 05 km do Ent.PB-230	1993 e 2000
PB - 420	Ent.BR-230 – Cachoeira dos Índios	C-174	A 04 km do Ent.PB-230	ok
	Cachoeira dos Índios – Ent.BR-116	C-174	A 03 km de C. dos Índios	incompleto
PBT - 110	São Bento – Ent.PB-361/323(Brejo do Cruz)	C-000	A 03 km de São Bento	1998 e 2000
	Ent.PB-238 – Ent.PB-306	C-000	A 01 km do Ent.PB-238	1997
	Ent.BR-361(Patos) – Ent.PB-276(S. J. do Bonfim)	C-000	A 08 km de Patos	incompleto
	Prata – Ent.BR-412	C-074	A 06 km do Ent.PB-412	1991/92/93 e 1997
	Prata – Ent.PB-248	C-000	A 07 km de Prata	1993
PT - 361	Ent.PB-356/372(Itaporanga) – Boa Ventura	C-097	A 07 km de Itaporanga	incompleto
	Ent.PB-372(Ibiara) – Ent.PB-400/404(Conceição)	C-043	Sem referencia	1991/1993 e 1997
	Ent.PB-370(Diamante) – Ent.PB-372/374(Ibiara)	C-098	A 10 km de Diamante	incompleto
	Conceição – Div.PB/PE	C-058	A 10 km de Conceição	1991/93 e 1997
PBT - 405	Cajazeiras – Ent.PB-393(S. J. do Rio do Peixe)	C-052	A 10 km de Cajazeiras	incompleto
PBT - 408	Ent.BR-230(B)/P095 – Ent.PB-090(Ingá)	C-000	A 03 km de Ingá	1992/93/97 e 2000
	Ingá – Monteiro	C-000	A 07 km de Mogeiro	ñ encontrado
	Ent.PB-054(Itabaiana) – Div.PB/PE(Juripiranga)	C-021	A 05 km de Itabaiana	ok
PBT - 426	Ent.BR-230(São-Bento) – Cajazeirinhas	C-045	A 07 km de Coremas	incompleto
	Ent.PB-348(Coremas) – Ent.BR-361(A)	C-087	A 10 km do Ent.BR-361	1992/93/97/98 e 2000
	Ent.PB-361(B)(Piancó) – Santana dos Garrotes	C-089	A 10 km de S. de Mangueira	1991/92/93/97 e 2000
	Ent.PB-356 – Ent.PB-306(Tavares)	C-000	A 10 km do Ent.PB-356	1997 e 1999
	Ent.BR-101/230 – Term. Rodoviário.(J. P)	C-000	A 02 km do Ent.BR-101/230	1997 e 1999

## **ANEXO 4**

---

**FIGURA 5.4 - MAPA COM A CODIFICAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM**

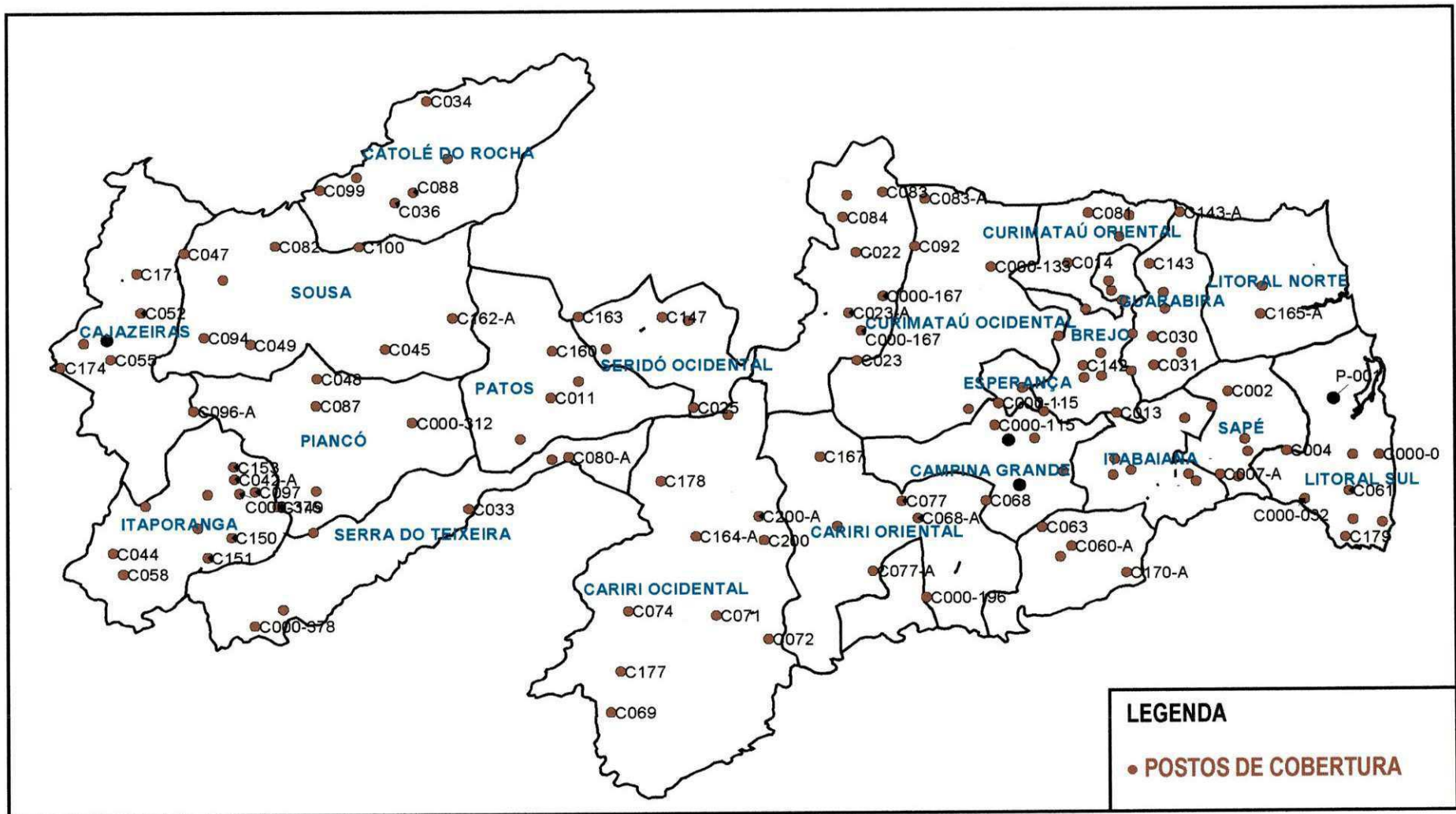


Figura 5.4 : Mapa com a codificação dos postos de contagem

## **ANEXO 5**

---

**CRONOGRAMAS DE CONTAGEM DE TRÁFEGO**







## **ANEXO 6**

---

**DADOS DAS MICRORREGIÕES**



**QUADRO 6.8**  
**DADOS DAS MICRORREGIÕES**

MICRORREGIÃO	POPULAÇÃO hab.	ÁREA m <sup>2</sup>	M. VIÁRIA km	POSTO unid.	VMD veículos	P.AG mil reais	P.AN mil reais	P.TOTAL AG+NA	MR/ÁREA DEN*100
BREJO PARAIBANO	116.423	1.287,10	700	8	573	17.827	6.330	24.157	183,871
CAMPINA GRANDE	444.826	2.032,80	275	5	619	13.269	18.562	31.831	13,528
CURIMATAÚ OCIDENTAL	103.613	4.018,50	375	6	682	8.684	6.719	15.403	9,332
CURIMATAÚ ORIENTAL	90.424	1.220,60	425	7	840	8.395	5.265	13.660	34,819
ESPERANÇA	47.175	390,70	75	1	869	3.813	1.419	5.232	19,196
GUARABIRA	161.268	1.265,10	650	8	1086	17.019	12.445	29.464	51,379
ITABAIANA	108.165	1.429,80	325	7	804	8.345	7.270	15.615	22,730
UMBUZEIRO	55.727	1.400,50	400	4	383	7.235	5.905	13.140	28,561
CARIRI OCIDENTAL	92.556	7.015,30	1.000	10	197	11.045	13.718	24.763	14,255
CARIRI ORIENTAL	54.333	4.139,10	550	7	267	6.196	9.272	15.468	13,288
SERIDÓ OCIDENTAL PARAIBANO	36.265	1.757,90	225	5	487	1.876	3.393	5.269	12,799
SERIDÓ ORIENTAL PARAIBANO	64.549	2.675,20	425	7	311	5.057	3.766	8.823	15,887
JOÃO PESSOA	794.487	1.292,50	325	2	1060	20.044	3.504	23.548	25,145
LITORAL NORTE	122.326	1.971,90	525	2	1004	23.250	2.977	26.227	26,624
LITORAL SUL	69.272	861,10	275	6	865	35.232	27.165	62.397	31,936
SAPÉ	118.911	1.127,90	525	5	915	27.160	3.874	31.034	46,547
CAJAZEIRAS	159.335	3.373,90	1.000	6	746	7.799	8.427	16.226	29,639
CATOLÉ DO ROCHA	106.930	2.991,00	575	6	480	6.444	10.044	16.488	19,224
ITAPORANGA	82.605	3.066,20	775	12	162	9.192	7.570	16.762	25,276
PATOS	111.063	2.550,90	325	4	383	4.518	6.759	11.277	12,741
PIANCÓ	72.371	3.234,00	375	4	225	5.704	6.876	12.580	11,596
SERRA DO TEIXEIRA	107.562	2.705,00	550	6	311	11.553	6.649	18.202	20,333
SOUSA	166.744	4.777,20	650	9	294	15.601	15.184	30.785	13,606

# **ANEXO 7**

---

**QUADRO 6.9 E 6.10**

**QUADRO 6.9**  
**REGRESSÕES SIMPLES**

VAR.DEPENDENTE	VAR. INDEPENDENTE	EQUAÇÕES UTILIZADAS							
		LINEAR		EXPONENCIAL		MULTIPLICATIVA		RECÍPROCA	
		CC	EP	CC	EP	CC	EP	CC	EP
<b>VMD</b>	MR	0,273	294,4	0,343	0,560	0,343	0,560	0,407	0,001
	PAG	0,520	261,5	0,453	0,532	0,367	0,555	0,361	0,001
	PAN	0,056	305,5	0,055	0,596	0,230	0,581	0,059	0,002
	P. TOTAL	0,327	289,2	0,282	0,573	0,205	0,584	0,217	0,002
	POP	0,376	283,5	0,333	0,563	0,350	0,559	0,281	0,001
	P	0,464	271,1	0,517	0,511	0,464	0,529	0,570	0,001
	MRÁREA	0,537	258,1	0,506	0,515	0,497	0,518	0,506	0,515
	ÁREA	0,649	232,6	0,684	0,435	0,681	0,437	0,669	0,001
<b>POSTO</b>	MR	0,653	1,989	0,600	0,462	0,707	0,409	0,510	0,175
	PAG	0,029	2,626	0,011	0,578	0,109	0,574	0,043	0,203
	PAN	0,362	2,450	0,417	0,525	0,661	0,433	0,401	0,186
	P. TOTAL	0,154	2,596	0,193	0,567	0,318	0,548	0,223	0,198
	POP	0,280	2,376	0,280	0,554	0,084	0,575	0,188	0,199
	VMD	0,464	2,327	0,459	0,513	0,460	0,516	0,408	0,186
	MRÁREA	0,125	2,607	0,120	0,573	0,056	0,577	0,097	0,202
	ÁREA	0,506	2,266	0,476	0,508	0,563	0,477	0,413	0,185

CC - Coeficiente de Correlação EP - Erro Padrão

**QUADRO 6.10**  
**REGRESSOES MULTI-VARIAVEIS**

VAR. DEPENDENTE	VAR. INDEPENDENTE	CORRELAÇÃO	
		CC	EP
<b>VMD</b>	AREA POP	0,46	220,6
	AREA MR	0,39	233,4
	AREA PT	0,45	222,7
	MR PAG	0,00	250,0
	MR PAN	0,30	250,0
	MR POP	0,11	281,0
	MR PT	0,12	280,0
	POP PT	0,12	279,0
	POP PAG	0,26	257,0
	POP PAN	0,06	290,0
	AREA POP MR PT	0,47	217,0
	POP PT MR	0,16	273,0
	AREA POP PT	0,48	215,0
	AREA PT MR	0,43	226,0
	AREA POP MR	0,46	220,0
<b>POSTO</b>	AREA POP	0,23	2,25
	AREA MR	0,39	2,01
	AREA PT	0,23	2,26
	AREA PAG	0,2	2,30
	AREA PAN	0,26	2,21
	POP MR	0,42	1,96
	POP PT	0,04	2,52
	POP PAN	0,14	2,38
	MR PT	0,38	2,02
	MR PAG	0,38	2,03
	MR PAN	0,45	1,90
	AREA POP MR PT	0,4	1,99
	POP PT MR	0,41	1,98
	AREA POP PT	0,26	2,21
	AREA PT MR	0,37	2,03
AREA POP MR	0,40	1,98	

CC - Coeficiente de Correlação EP - Erro Padrão

# **ANEXO 8**

---

SÉRIES HISTÓRICAS DE TRÁFEGO

RODOVIA: PB-004

SEGMENTO: Santa Rita - Cruz do Espírito Santo

POSTO: C-003

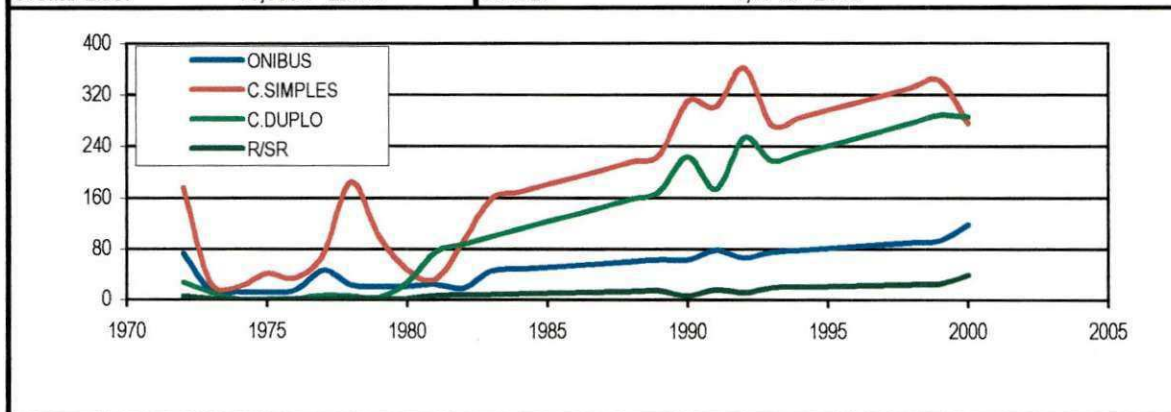
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	74	177	28	6
1973	15	26	12	2
1974	13	21	1	0
1975	12	42	1	0
1976	16	35	2	1
1977	47	74	7	1
1978	24	186	6	2
1979	21	100	4	1
1980	22	48	28	2
1981	25	33	76	7
1982	19	94	88	8
1983	46	158	100	9
1984	49	170	111	10
1985	52	181	123	11
1986	55	193	135	12
1987	58	204	147	13
1988	61	216	159	14
1989	64	228	171	15
1990	64	310	224	7
1991	79	302	174	17
1992	67	363	254	12
1993	76	274	218	20
1994	79	286	230	21
1995	82	297	242	22
1996	85	309	254	23
1997	88	320	265	24
1998	91	332	277	25
1999	94	343	289	26
2000	119	276	286	40

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,75	0,78	0,95	0,85
LOGARITMA	0,75	0,78	0,95	0,85
EXPONENCIAL	0,68	0,66	0,70	
POLONOMIAL	0,80	0,78	0,95	0,90

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$2,9853x - 5873,7$	C.DUPLO:	$11,863x - 23425$
C.SIMPLES:	$11,569x - 22783$	S.REB:	$1,071x - 2115$



RODOVIA: PB-044

SEGMENTO: Ent.BR-101 - Caaporã

POSTO: C-179

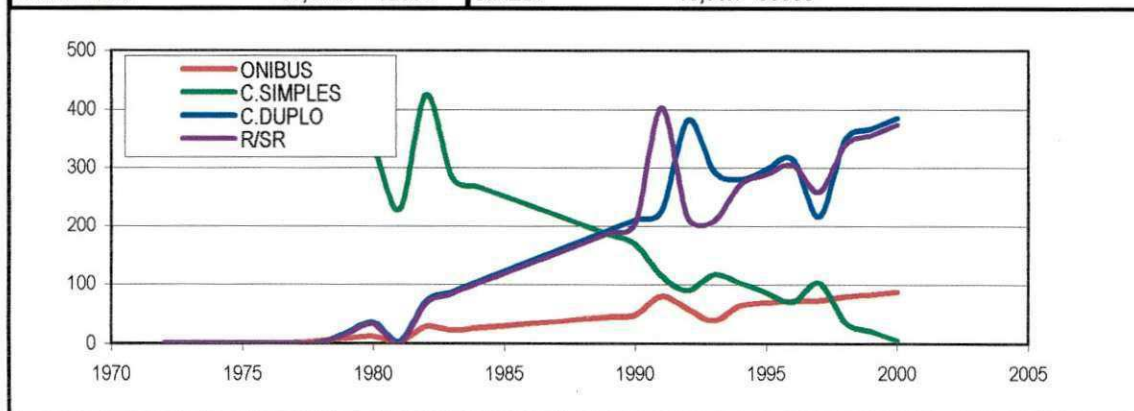
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	0	462	0	0
1973	0	446	0	0
1974	0	430	0	0
1975	0	413	0	0
1976	0	397	0	0
1977	1	381	0	0
1978	5	364	1	0
1979	8	348	18	16
1980	12	332	36	33
1981	2	227	3	0
1982	29	424	70	67
1983	23	283	88	84
1984	27	266	105	101
1985	31	250	123	118
1986	35	234	140	135
1987	38	217	158	152
1988	42	201	175	169
1989	46	185	192	186
1990	50	168	210	203
1991	80	115	225	402
1992	59	89	381	213
1993	40	117	294	207
1994	65	103	279	271
1995	68	87	297	288
1996	72	70	314	305
1997	73	103	215	258
1998	80	38	349	339
1999	83	21	367	356
2000	87	5	384	373

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,87	0,86	0,85	0,82
LOGARITMA	0,87	0,86	0,85	0,82
EXPONENCIAL	0,57	0,74	0,54	
POLINOMIAL	0,87	0,86	0,87	0,83

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$3,7381x - 7389,3$	C.DUPLO:	$17,419x - 34453$
C.SIMPLES:	$-16,331x + 32666$	S.REB:	$16,98x - 33588$



RODOVIA: PB-034

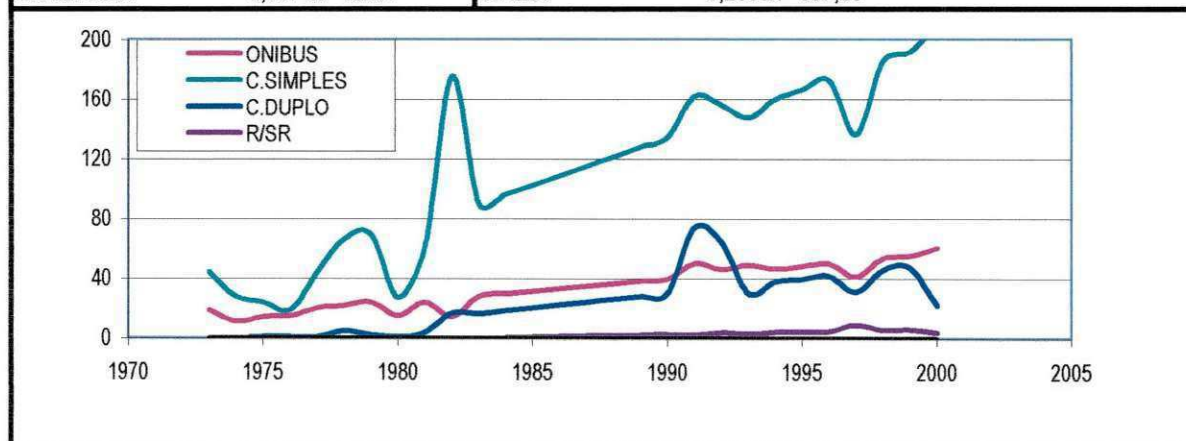
SEGMENTO: Ent. BR-101 - Alhandra

POSTO: C-061

ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1973	19	44	0	0
1974	11	28	0	0
1975	14	24	1	0
1976	15	19	1	0
1977	20	44	1	0
1978	22	66	5	0
1979	24	69	2	0
1980	15	27	1	0
1981	24	61	4	0
1982	14	175	17	0
1983	28	90	16	0
1984	30	96	18	0
1985	31	102	20	1
1986	33	109	22	1
1987	35	115	24	2
1988	36	121	26	2
1989	38	128	28	2
1990	40	134	30	3
1991	50	162	74	2
1992	46	156	64	4
1993	49	147	30	3
1994	46	160	38	4
1995	48	166	40	4
1996	50	172	42	5
1997	41	136	31	9
1998	53	185	45	6
1999	55	192	47	6
2000	60	210	22	4

ANALISE DA CORRELAÇÃO				
LINEAR	0,91	0,84	0,64	0,78
LOGARITMA	0,91	0,84	0,64	0,78
EXPONENCIAL	0,85	0,75		
POLINOMIAL	0,91	0,84	0,68	0,84

EQUAÇÕES UTILIZADAS			
ÔNIBUS:	$1,6812x - 3306$	C.DUPLO:	$1,925x - 3800,9$
C.SIMPLES:	$6,3674x - 12537$	S.REB:	$0,2563x - 507,05$





<b>RODOVIA:</b> PB-048				
<b>SEGMENTO:</b> Ent.BR-230 - Ent.PB-042				
<b>POSTO:</b> C-015				
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOS		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	10	68	0	
1973	11	26	2	
1974	10	35	2	
1975	18	55	6	
1976	17	97	3	
1977	14	39	1	
1978	13	46	3	1
1979	14	41	10	1
1980	19	29	3	
1981	14	60	6	
1982	13	84	15	
1983	20	63	16	
1984	21	64	18	
1985	22	66	20	
1986	23	68	21	
1987	24	69	23	
1988	26	71	24	
1989	27	72	26	
1990	28	74	28	
1991	23	89	75	20
1992	16	85	43	3
1993	16	75	40	8
1994	32	80	34	
1995	33	82	36	
1996	35	83	37	
1997	24	75	26	8
1998	72	88	35	9
1999	38	88	42	
2000	44	89	23	4
<b>ANÁLISE DA CORRELAÇÃO</b>				
LINEAR	0,56	0,48	0,63	
LOGARITMA	0,56	0,48	0,63	
EXPONENCIAL	0,70	0,46		
POLINOMIAL	0,61	0,48	0,66	
<b>EQUAÇÕES UTILIZADAS</b>				
ÔNIBUS:	$1,1188x - 2198,5$	C.DUPLO:	$1,6064x - 3168,9$	
C.SIMPLES:	$1,5779x - 3066,1$	S.REB:		

RODOVIA: PB-071

SEGMENTO: Ent. BR-101- Jacaraú

POSTO: C-101

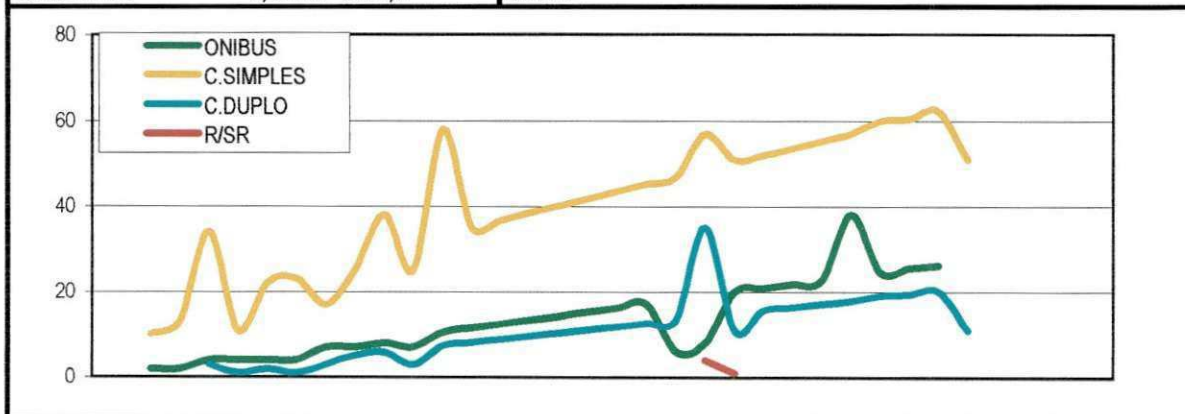
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972		10		
1973	2	13		
1974	2	34	3	
1975	4	11	1	
1976	4	22	2	
1977	4	23	1	
1978	4	17	3	
1979	7	25	5	
1980	7	38	6	
1981	8	25	3	
1982	7	58	7	
1983	11	35	8	
1984	11	37	9	
1985	12	38	10	
1986	13	40	10	
1987	14	42	11	
1988	15	44	12	
1989	16	45	13	
1990	17	47	13	
1991	6	57	35	4
1992	8	51	11	1
1993	20	52	16	
1994	21	54	16	
1995	22	55	17	
1996	23	57	18	
1997	38	60	19	4
1998	25	60	19	
1999	25	62	20	
2000	26	51	11	1

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,78	0,80	0,62	
LOGARITMA	0,78	0,80	0,62	
EXPONENCIAL	0,82	0,72	0,72	
POLONOMIAL	0,80	0,82	0,65	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,9636x - 1899,9$	C.DUPLO:	$0,7517x - 1482,5$
C.SIMPLES:	$1,6912x - 3318,5$	S.REB:	



RODOVIA: PB-075

SEGMENTO: Ent.PB-067(Alagoa Grande) - Ent.PB-063(Alagoinha)

POSTO: C-018

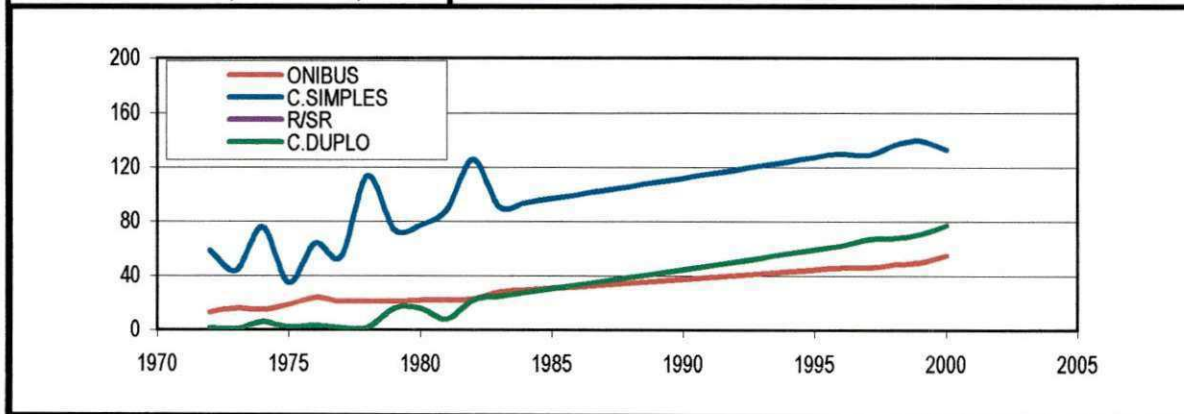
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	13	59	2	
1973	16	44	1	
1974	15	76	6	
1975	19	35	2	
1976	24	64	4	
1977	21	54	2	
1978	21	114	2	
1979	21	74	16	
1980	22	77	16	
1981	22	89	8	
1982	23	126	22	
1983	28	91	25	
1984	29	94	28	
1985	31	97	31	
1986	32	100	33	
1987	34	103	36	
1988	35	106	39	
1989	36	109	42	
1990	38	112	45	
1991	39	115	48	
1992	40	118	51	
1993	42	121	53	
1994	43	124	56	
1995	45	127	59	
1996	46	130	62	
1997	46	129	67	8
1998	49	137	68	
1999	50	140	70	
2000	55	133	77	17

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,98	0,79	0,98	
LOGARITMA	0,98	0,79	0,98	
EXPONENCIAL	0,96	0,81	0,82	
POLINOMIAL	0,98	0,81	0,98	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$1,3687x - 2686,1$	C.DUPLO:	$2,8424x - 5611,5$
C.SIMPLES:	$1,5779x - 3066,1$	S.REB:	



**RODOVIA:** PB-081

**SEGMENTO:** Ent.PB-073/085(Pirpirituba) - Sertãozinho

**POSTO:** C-141

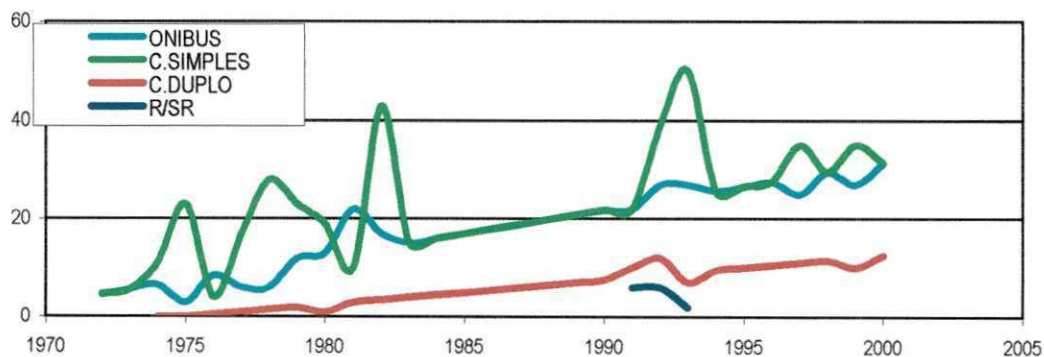
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	5	5		
1973	6	6		
1974	7	11	0	
1975	3	23	0	
1976	8	4	1	
1977	6	17	1	
1978	6	28	2	
1979	12	23	2	
1980	13	19	1	
1981	22	10	3	
1982	17	43	4	
1983	15	15	4	
1984	16	16	5	
1985	17	17	5	
1986	18	18	6	
1987	19	19	6	
1988	20	20	7	
1989	21	21	7	
1990	22	22	8	
1991	22	22	10	6
1992	27	39	12	6
1993	27	50	7	2
1994	26	26	10	
1995	27	27	10	
1996	27	28	11	
1997	25	35	11	4
1998	29	29	12	
1999	27	35	10	1
2000	31	31	13	

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,91	0,43	0,94	
LOGARITMA	0,91	0,43	0,94	
EXPONENCIAL	0,80	0,58		
POLINOMIAL	0,92	0,43	0,94	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,9537x - 1876$	C.DUPLO:	$0,496x - 979,6$
C.SIMPLES:	$0,8495x - 1664,3$	S.REB:	$0,065x - 128,29$



RODOVIA: PB-095

SEGMENTO: Massaranduba - Ent.BR-104 (Campina Grande)

POSTO: C-017

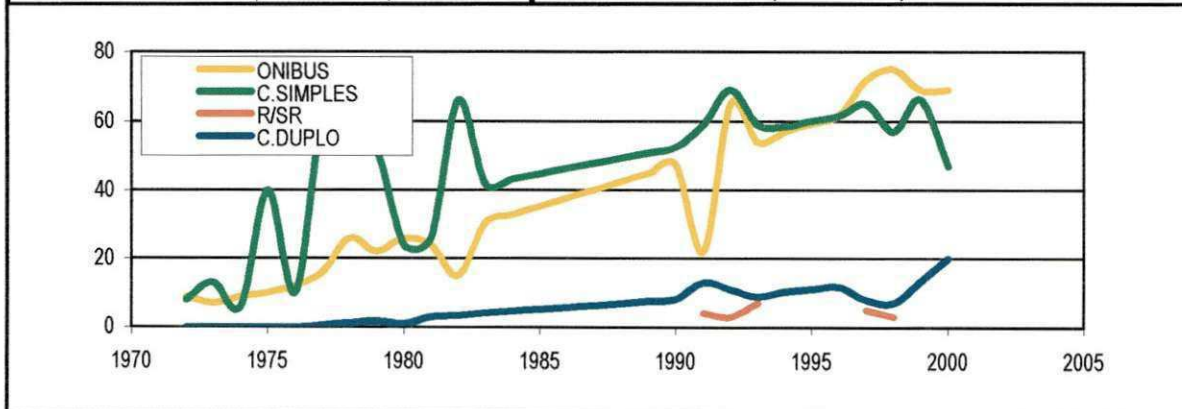
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	9	8	0	
1973	7	13	0	
1974	9	6	0	
1975	10	40	0	3
1976	12	10	0	
1977	16	60	0	
1978	26	61	1	
1979	22	52	2	
1980	26	24	1	3
1981	24	26	3	
1982	15	66	3	
1983	30	42	4	
1984	33	43	5	
1985	35	45	5	
1986	38	46	6	
1987	40	48	6	
1988	43	49	7	
1989	45	51	8	
1990	47	52	8	
1991	22	59	13	4
1992	65	69	11	3
1993	54	59	9	7
1994	57	59	10	
1995	59	60	11	
1996	62	62	12	
1997	72	65	8	5
1998	75	57	7	3
1999	69	66	13	
2000	69	47	20	

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,90	0,49	0,84	
LOGARITMA	0,90	0,49	0,84	
EXPONENCIAL	0,86	0,46		
POLINOMIAL	0,90	0,57	0,84	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$2,4156x - 4759,8$	C.DUPLO:	$0,5471x - 1080,6$
C.SIMPLES:	$-0,0846x^2 + 337,68x - 336773$	S.REB:	$0,8133x - 1604,6$



RODOVIA: PB-111

SEGMENTO: Araruna - Ent.PB-073(Campo de Santana)

POSTO: C-081

ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	3	11	0	
1973	2	22	0	1
1974	2	13	0	
1975	2	3	0	
1976	2	8	3	2
1977	2	10	0	
1978	2	29	2	5
1979	9	30	6	1
1980	11	29	8	2
1981	12	45	1	
1982	10	63	5	
1983	10	31	6	
1984	11	32	7	
1985	11	34	8	
1986	12	35	8	
1987	13	37	9	
1988	14	38	10	
1989	15	40	11	
1990	15	41	11	
1991	16	42	12	
1992	16	45	11	3
1993	13	42	12	4
1994	19	47	14	
1995	19	48	15	
1996	20	49	15	
1997	23	40	14	1
1998	22	52	17	
1999	23	54	18	
2000	24	52	23	4

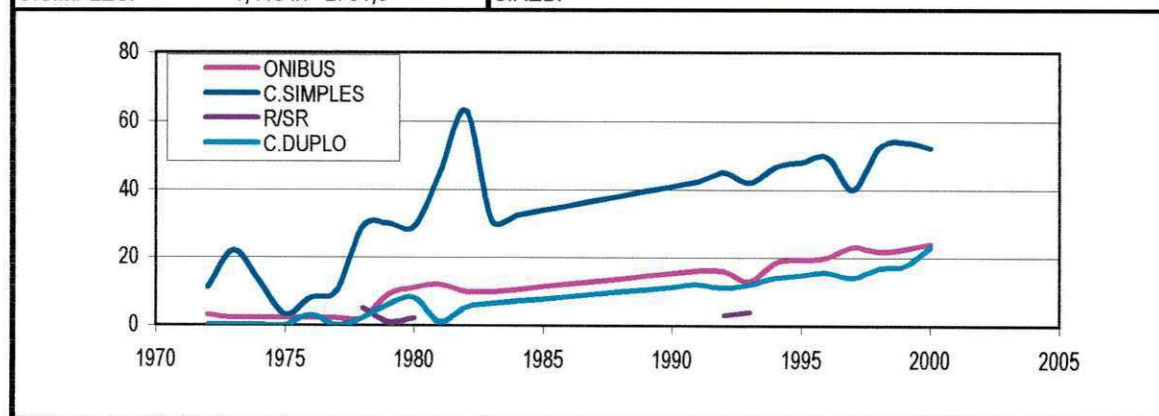
**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,93	0,64	0,93	
LOGARITMA	0,93	0,64	0,93	
EXPONENCIAL	0,79	0,68		
POLINOMIAL	0,93	0,66	0,93	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:  $0,7978x - 1572,3$       C.DUPLO:  $0,6999x - 1381,6$

C.SIMPLES:  $1,4184x - 2781,6$       S.REB:



**RODOVIA:** PB-121  
**SEGMENTO:** Areal - Ent.BR-104(Esperança)  
**POSTO:** C-000

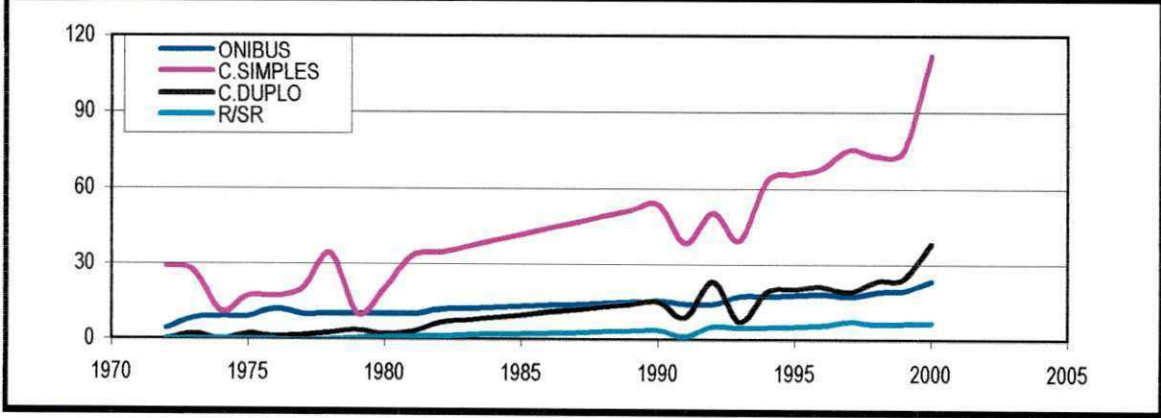
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	4	29	0	0
1973	8	27	2	0
1974	9	11	0	0
1975	9	17	2	0
1976	12	17	1	0
1977	10	20	1	0
1978	10	34	3	0
1979	10	10	4	0
1980	10	20	2	1
1981	10	33	3	1
1982	12	34	7	1
1983	12	37	8	1
1984	12	39	9	2
1985	13	41	10	2
1986	13	44	11	2
1987	14	46	12	3
1988	14	49	13	3
1989	15	51	14	3
1990	15	53	15	4
1991	14	38	9	1
1992	14	50	23	5
1993	17	39	7	5
1994	17	63	19	5
1995	17	65	20	5
1996	18	68	21	5
1997	17	75	19	7
1998	19	73	23	6
1999	19	75	24	6
2000	23	112	38	7

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,91	0,79	0,82	0,90
LOGARITMA	0,91	0,79	0,82	0,90
EXPONENCIAL	0,82	0,74		
POLONOMIAL	0,91	0,85	0,86	0,93

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,4532x - 886,73$	C.DUPLO:	$1,0007x - 1976,5$
C.SIMPLES:	$2,3938x - 4710,3$	S.REB:	$0,2683x - 530,22$



RODOVIA: PB-137

SEGMENTO: Ent.BR-104/PB-167 - Ent.PB-169

POSTO: C-092

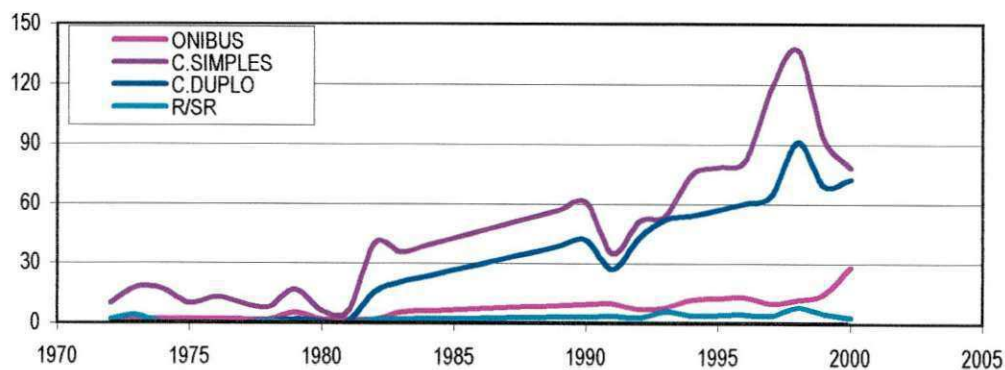
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOS		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	2	10	0	2
1973	2	18	0	4
1974	2	17	0	0
1975	2	10	0	0
1976	2	13	0	0
1977	2	10	0	0
1978	2	8	1	1
1979	5	17	2	0
1980	2	6	1	0
1981	2	6	1	0
1982	2	40	16	2
1983	6	35	20	2
1984	6	39	23	2
1985	7	43	27	2
1986	7	46	30	3
1987	8	50	33	3
1988	8	53	36	3
1989	9	57	39	3
1990	10	60	42	3
1991	10	35	27	4
1992	7	51	43	3
1993	8	54	52	6
1994	12	75	54	4
1995	12	78	57	4
1996	13	82	60	4
1997	10	118	64	4
1998	12	137	91	8
1999	15	93	69	5
2000	28	78	72	3

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,73	0,79	0,92	0,58
LOGARITMA	0,73	0,79	0,92	0,58
EXPONENCIAL	0,86	0,76		
POLINOMIAL	0,79	0,82	0,94	0,60

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,5704x - 1125,4$	C.DUPLO:	$3,0318x - 5991,5$
C.SIMPLES:	$3,5669x - 7037,7$	S.REB:	$0,1783x - 351,54$





RODOVIA: PB-151

SEGMENTO: Ent.PB-137(Picuí) - Div.PB/RN

POSTO: C-084

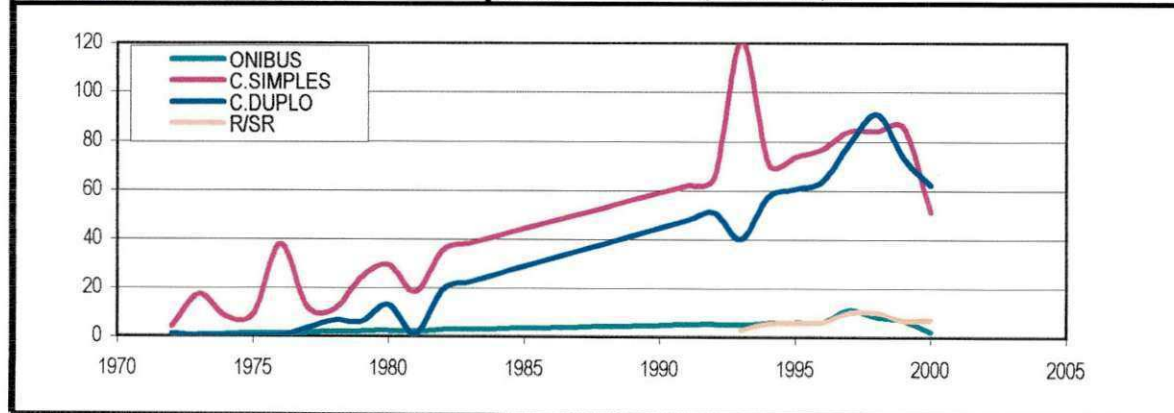
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	0	4	1	
1973	1	17	0	
1974	1	8	0	
1975	1	9	0	
1976	1	38	0	
1977	2	12	3	
1978	2	11	6	
1979	2	24	6	
1980	2	29	13	
1981	2	18	1	
1982	3	35	19	
1983	3	38	22	
1984	3	41	26	
1985	3	44	29	
1986	4	47	32	
1987	4	50	35	
1988	4	53	38	
1989	4	56	41	
1990	5	59	45	
1991	5	62	48	
1992	5	65	51	
1993	5	121	40	3
1994	6	71	57	6
1995	6	74	60	6
1996	6	77	64	6
1997	11	84	79	10
1998	8	84	91	10
1999	7	86	73	7
2000	2	51	62	7

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,70	0,77	0,93	0,70
LOGARITMA	0,70	0,77	0,93	0,70
EXPONENCIAL	0,75	0,76		0,75
POLINOMIAL	0,71	0,78	0,94	0,71

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,2412x - 475,39$	C.DUPLO:	$3,0596x - 6043,8$
C.SIMPLES:	$2,9533x - 5818$	S.REB:	$0,2412x - 475,39$



**RODOVIA:** PB-228

**SEGMENTO:** Ent. BR-230 - Ent.PB-238(Assunção)

**POSTO:** C-024

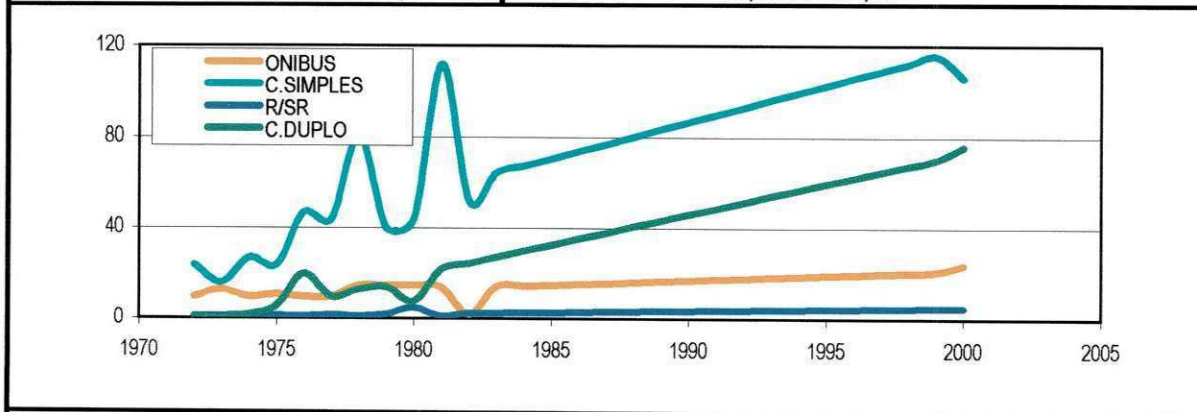
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	10	24	1	1
1973	13	16	0	1
1974	10	27	2	1
1975	11	24	6	1
1976	10	47	20	1
1977	10	44	10	2
1978	15	81	13	1
1979	15	40	14	2
1980	15	44	8	5
1981	14	112	22	1
1982	2	52	25	3
1983	14	64	27	3
1984	15	68	30	3
1985	15	71	33	3
1986	15	74	35	3
1987	16	77	38	3
1988	16	80	41	3
1989	17	84	43	4
1990	17	87	46	4
1991	18	90	49	4
1992	18	93	52	4
1993	19	96	54	4
1994	19	99	57	4
1995	19	103	60	4
1996	20	106	62	5
1997	20	109	65	5
1998	21	112	68	5
1999	21	115	70	5
2000	24	106	76	5

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,68	0,80	0,98	0,81
LOGARITMA	0,68	0,80	0,98	0,81
EXPONENCIAL	0,33	0,74	0,72	0,76
POLINOMIAL	0,70	0,82	0,98	0,81

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,4336x - 845,62$	C.DUPLO:	$2,6889x - 5304,7$
C.SIMPLES:	$3,1867x - 6254,8$	S.REB:	$0,1496x - 294,05$



RODOVIA: PB-233

SEGMENTO: Ent.BR-230(Santa Luzia) - Várzea

POSTO: C-147

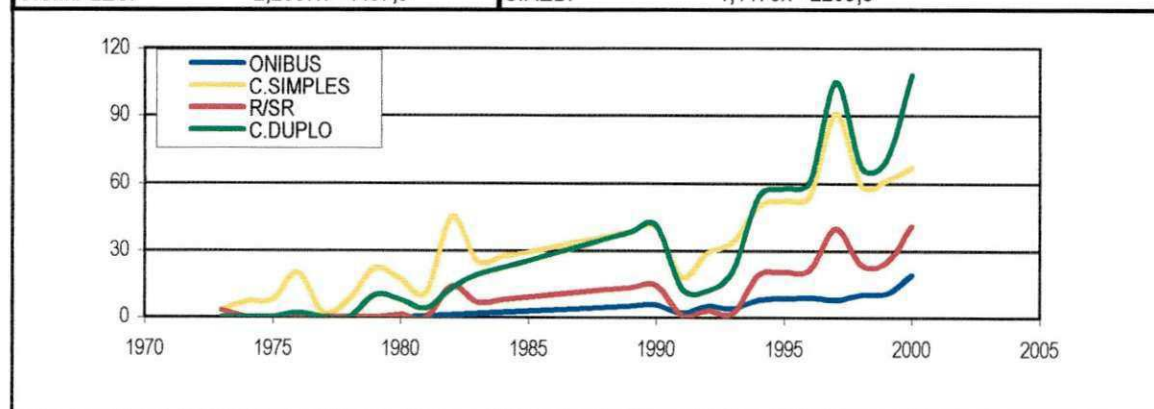
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1973	0	3	0	3
1974	0	7	0	0
1975	0	8	0	0
1976	1	20	2	0
1977	0	2	0	0
1978	0	8	0	0
1979	0	22	10	0
1980	0	17	8	1
1981	0	11	4	0
1982	1	45	13	14
1983	2	25	19	7
1984	2	27	22	8
1985	3	29	25	9
1986	3	32	29	10
1987	4	34	32	11
1988	4	36	35	12
1989	5	39	38	14
1990	6	41	41	15
1991	2	18	13	1
1992	5	29	12	3
1993	4	34	21	2
1994	8	50	54	19
1995	8	52	57	20
1996	9	54	61	21
1997	8	91	105	40
1998	10	59	67	24
1999	11	61	70	25
2000	19	67	108	41

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,77	0,75	0,74	0,62
LOGARITMA	0,77	0,75	0,74	0,62
EXPONENCIAL		0,69		
POLINOMIAL	0,77	0,77	0,81	0,70

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,4804x - 950,23$	C.DUPLO:	$3,202x - 6330,5$
C.SIMPLES:	$2,2657x - 4467,9$	S.REB:	$1,1175x - 2209,3$



RODOVIA: PB-238

SEGMENTO: Ent. BR-101 (Lagoa Seca) - Alagoa Nova

POSTO: C-078

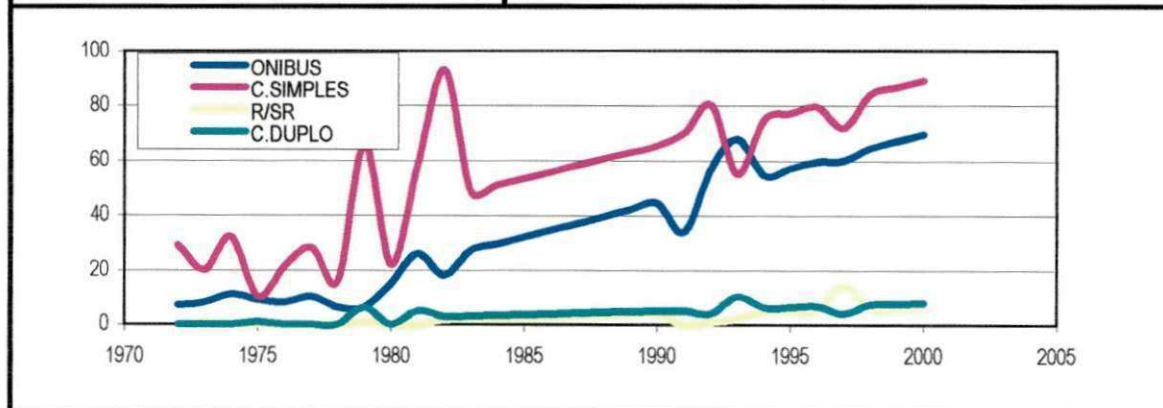
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	7	29	0	0
1973	8	20	0	1
1974	11	32	0	0
1975	9	10	1	0
1976	8	21	0	0
1977	10	28	0	0
1978	6	16	0	0
1979	6	66	6	1
1980	15	22	0	0
1981	26	58	5	0
1982	18	93	3	2
1983	27	49	3	2
1984	30	51	3	2
1985	32	53	4	2
1986	35	56	4	3
1987	37	58	4	3
1988	40	61	4	3
1989	42	63	5	3
1990	45	65	5	4
1991	34	70	5	0
1992	57	80	4	1
1993	68	55	10	2
1994	55	75	6	5
1995	57	77	6	5
1996	60	79	7	5
1997	60	72	4	14
1998	65	84	7	6
1999	67	87	7	6
2000	70	89	8	6

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,91	0,62	0,64	0,500
LOGARITMA	0,91	0,62	0,64	0,500
EXPONENCIAL	0,87	0,58		
POLINOMIAL	0,92	0,64	0,66	0,600

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$2,5023x - 4935$	C.DUPLO:	$0,2772x - 546,69$
C.SIMPLES:	$2,3617x - 4634,5$	S.REB:	$0,019x^2 - 74,958x + 74110$



RODOVIA: PB-238

SEGMENTO: Ent.PB-228(Assunção) - Ent.PB-210(Taperoá)

POSTO: C-079

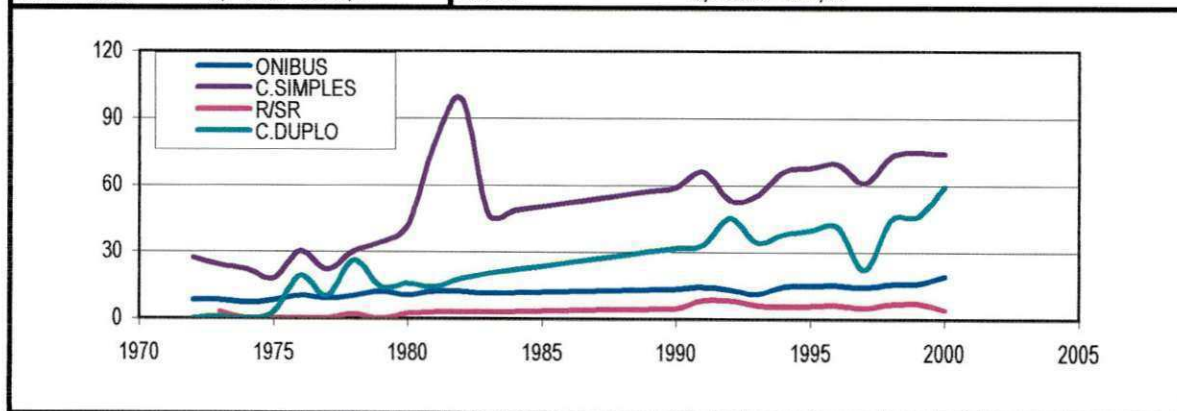
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	8	27	0	
1973	8	24	1	3
1974	7	22	0	0
1975	8	18	3	0
1976	10	30	19	0
1977	9	22	10	0
1978	10	30	26	2
1979	12	34	14	0
1980	10	42	16	2
1981	12	79	14	3
1982	12	98	18	3
1983	11	47	20	3
1984	11	49	22	3
1985	12	50	24	3
1986	12	52	25	4
1987	12	54	27	4
1988	13	55	28	4
1989	13	57	30	4
1990	13	59	32	5
1991	14	66	33	8
1992	13	53	45	8
1993	11	55	34	6
1994	14	66	38	6
1995	15	68	40	6
1996	15	69	41	6
1997	14	61	22	5
1998	16	73	44	7
1999	16	75	46	7
2000	19	74	59	4

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,85	0,55	0,83	0,70
LOGARITMA	0,85	0,55	0,83	0,70
EXPONENCIAL	0,84	0,63		
POLINOMIAL	0,85	0,59	0,83	0,73

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,2922x - 568,32$	C.DUPLO:	$1,5974x - 3147,4$
C.SIMPLES:	$1,7424x - 3408,3$	S.REB:	$0,2432x - 479,26$



**RODOVIA:** PB-238

**SEGMENTO:** Taperoá - Desterro

**POSTO:** C-080

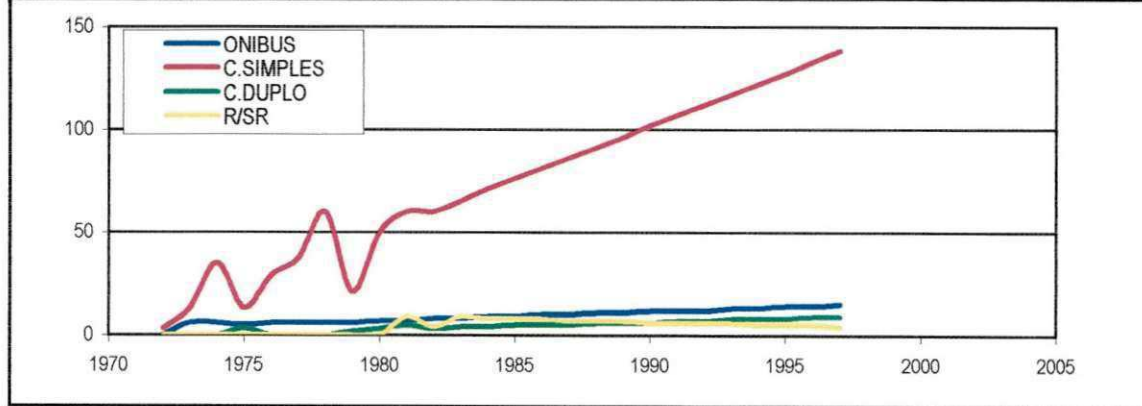
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	0	3	0	0
1973	6	13	0	0
1974	6	35	0	0
1975	5	13	3	0
1976	6	29	0	0
1977	6	37	0	0
1978	6	60	0	0
1979	6	21	2	0
1980	7	50	3	0
1981	7	60	5	9
1982	8	60	3	4
1983	8	65	4	9
1984	9	71	4	8
1985	9	76	5	8
1986	10	81	5	8
1987	10	86	5	7
1988	11	91	6	7
1989	11	96	6	7
1990	12	102	6	6
1991	12	107	7	6
1992	12	112	7	6
1993	13	117	8	6
1994	13	122	8	5
1995	14	127	8	5
1996	14	133	9	5
1997	15	138	9	4
1998				
1999				
2000				

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,93	0,96	0,59	0,40
LOGARITMA	0,93	0,96	0,59	0,40
EXPONENCIAL		0,73	0,61	
POLONOMIAL	0,93	0,96	0,59	0,66

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,4485x - 881,06$	C.DUPLO:	$0,1826x - 336,55$
C.SIMPLES:	$5,1538x - 10155$	S.REB:	$-0,0342x^2 + 136,21x - 135426$



RODOVIA: PB-238

SEGMENTO: Desterro - Ent.PBT-110(Teixeira)

POSTO: C-000

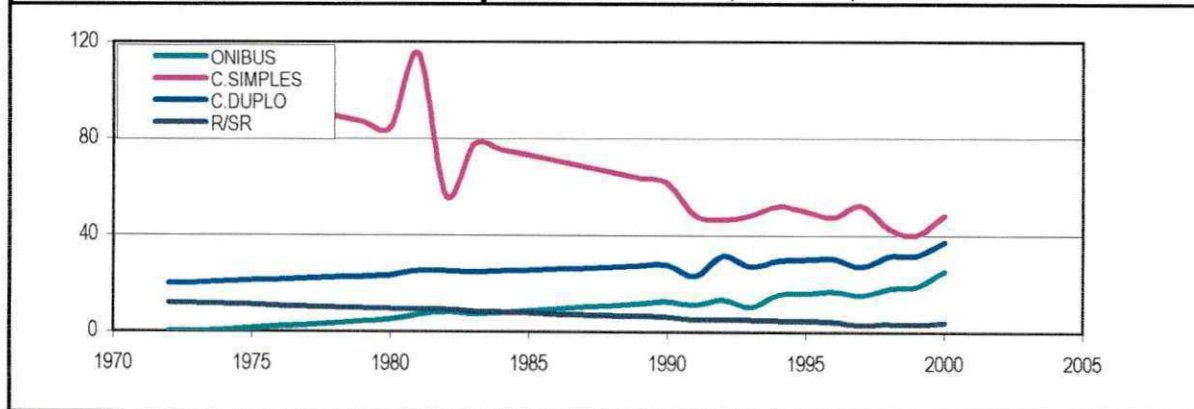
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	0	103	20	12
1973	0	101	20	11
1974	1	99	21	11
1975	1	96	21	11
1976	2	94	21	10
1977	3	92	22	10
1978	4	89	22	10
1979	4	87	23	10
1980	5	85	23	9
1981	7	115	25	9
1982	8	56	25	9
1983	7	77	24	8
1984	8	75	25	8
1985	9	73	25	8
1986	9	70	26	7
1987	10	68	26	7
1988	11	66	27	7
1989	11	63	27	6
1990	12	61	28	6
1991	11	48	23	5
1992	13	46	31	5
1993	10	48	27	5
1994	15	52	29	5
1995	16	49	30	4
1996	17	47	30	4
1997	15	52	27	3
1998	18	42	31	3
1999	19	40	31	3
2000	25	48	37	4

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,94	0,84	0,84	0,99
LOGARITMA	0,94	0,84	0,84	0,99
EXPONENCIAL		0,86	0,86	0,95
POLINOMIAL	0,94	0,85	0,84	0,99

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,7151x - 1411$	C.DUPLO:	$0,438x - 844,1$
C.SIMPLES:	$-2,3427x + 4723,1$	S.REB:	$-0,3188x + 640,39$



RODOVIA: PB-306

SEGMENTO: Água Branca - Juru

POSTO: C-033

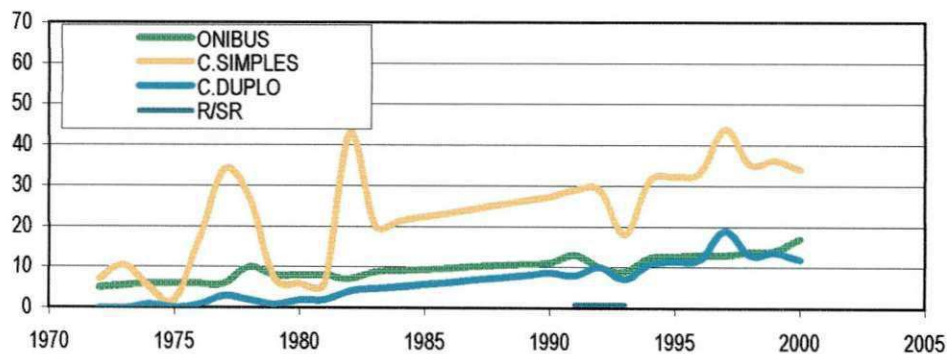
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	5	7	0	
1973	6	10	0	
1974	6	5	1	
1975	6	2	0	
1976	6	17	1	
1977	6	34	3	
1978	10	27	2	
1979	8	7	1	
1980	8	6	2	
1981	8	6	2	
1982	7	43	4	
1983	9	20	5	
1984	9	21	5	
1985	9	22	6	
1986	10	23	6	
1987	10	24	7	
1988	10	25	7	
1989	11	26	8	
1990	11	27	9	
1991	13	29	8	1
1992	10	29	10	1
1993	9	18	7	1
1994	12	31	11	
1995	13	32	11	
1996	13	33	12	
1997	13	44	19	2
1998	14	35	13	
1999	14	36	14	
2000	17	34	12	1

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,87	0,52	0,89	
LOGARITMA	0,87	0,52	0,89	
EXPONENCIAL	0,87	0,48		
POLINOMIAL	0,87	0,52	0,90	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:  $0,3299x - 645,48$       C.DUPLO:  $0,5453x - 1076,5$   
 C.SIMPLES:  $0,994x - 1950,8$       S.REB:





RODOVIA: PB-323

SEGMENTO: DIV. PB/RN - Ent.PBT-110

POSTO: C-086

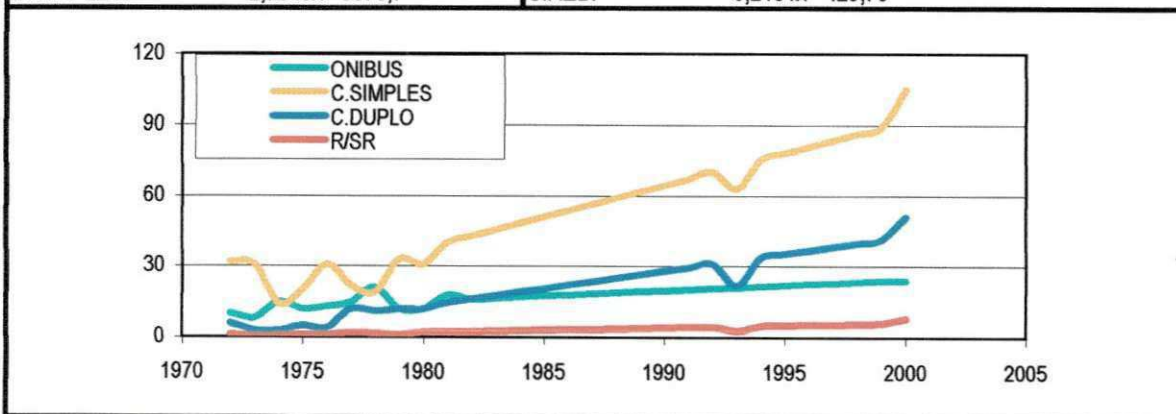
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	10	32	6	1
1973	8	31	3	1
1974	15	14	3	1
1975	12	20	5	1
1976	13	31	4	1
1977	15	22	12	2
1978	21	19	11	2
1979	12	33	12	1
1980	12	31	12	2
1981	18	40	15	2
1982	16	43	16	3
1983	17	45	18	3
1984	17	48	19	3
1985	18	51	21	3
1986	18	54	22	3
1987	18	56	24	4
1988	19	59	25	4
1989	19	62	27	4
1990	20	65	28	4
1991	20	67	30	4
1992	21	70	31	5
1993	21	63	22	3
1994	22	76	34	5
1995	22	78	35	5
1996	23	81	37	6
1997	23	84	38	6
1998	24	86	40	6
1999	24	89	41	6
2000	24	105	51	8

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,82	0,94	0,95	0,93
LOGARITMA	0,82	0,94	0,95	0,93
EXPONENCIAL	0,76	0,86	0,86	0,88
POLINOMIAL	0,83	0,95	0,96	0,94

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,4705x - 916,41$	C.DUPLO:	$1,4841x - 2925,3$
C.SIMPLES:	$2,7343x - 5376,7$	S.REB:	$0,2181x - 429,78$



RODOVIA: PB-356

SEGMENTO: Pedra Branca - Ent. PBT- 361(Itaporanga)

POSTO: C-149

ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	1	1	1	
1973	1	2	1	
1974	1	1	1	
1975	1	3	1	
1976	1	4	1	
1977	1	4	1	
1978	1	5	1	
1979	1	5	1	
1980	1	9	1	
1981	1	7	1	
1982	2	7	1	
1983	2	8	1	
1984	2	8	1	
1985	2	9	1	
1986	2	10	1	
1987	2	10	1	
1988	2	11	1	
1989	3	11	1	
1990	3	12	1	
1991	3	13	1	
1992	5	17	1	
1993	3	5	2	
1994	3	15	2	
1995	3	15	2	
1996	3	16	2	
1997	2	12	2	2
1998	4	17	2	
1999	4	18	2	
2000	4	25	2	

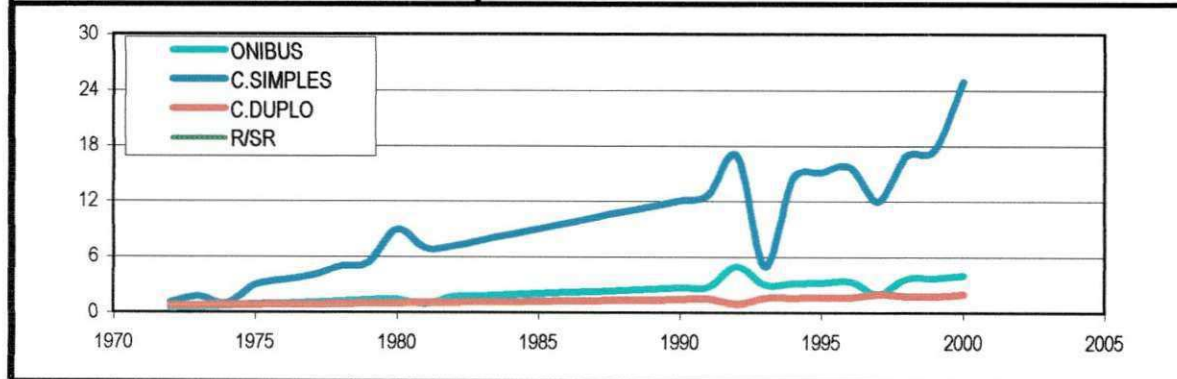
**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,81	0,82	0,90	
LOGARITMA	0,81	0,82	0,90	
EXPONENCIAL	0,86	0,76	0,91	
POLONOMIAL	0,81	0,82	0,91	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:  $0,1201x - 236,28$       C.DUPLO:  $0,0411x - 80,304$

C.SIMPLES:  $0,6117x - 1205,2$       S.REB:



RODOVIA: PB-359

SEGMENTO: Ent. BR-230 (Aparecida) - São Francisco

POSTO: C-082

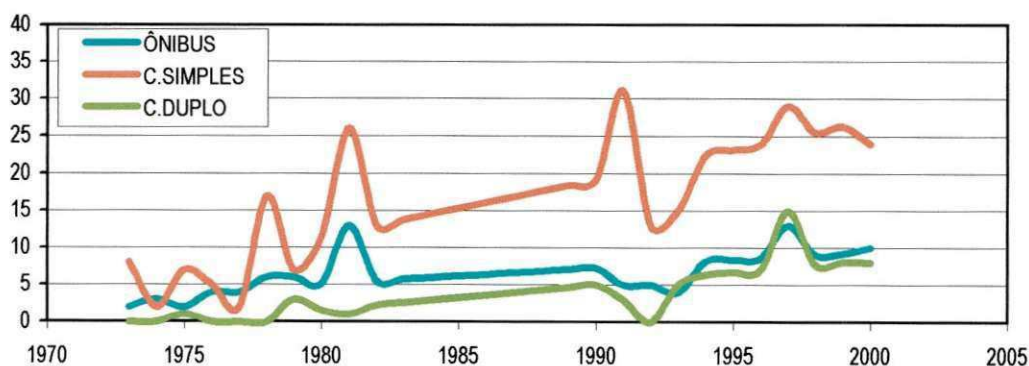
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1973	2	8	0	
1974	3	2	0	
1975	2	7	1	
1976	4	5	0	
1977	4	2	0	
1978	6	17	0	
1979	6	7	3	
1980	5	11	2	
1981	13	26	1	
1982	6	13	2	
1983	6	14	3	
1984	6	15	3	
1985	6	15	3	
1986	6	16	4	
1987	7	17	4	
1988	7	18	4	
1989	7	18	5	
1990	7	19	5	
1991	5	31	3	
1992	5	13	0	
1993	4	15	5	
1994	8	22	6	
1995	8	23	7	
1996	9	24	7	
1997	13	29	15	
1998	9	26	8	
1999	9	26	8	
2000	10	24	8	

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,49	0,69	0,68	
LOGARITMA	0,54	0,67	0,51	
EXPONENCIAL				
POLINOMIAL	0,5	0,7	0,71	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,2402x + 2,4775$	C.DUPLO:	$0,3351x - 1,3797$
C.SIMPLES:	$0,8175x + 3,7384$	S.REB:	



RODOVIA: PB-374

SEGMENTO: Ent.PBT-361 - Santana de Mangueira

POSTO: C-151

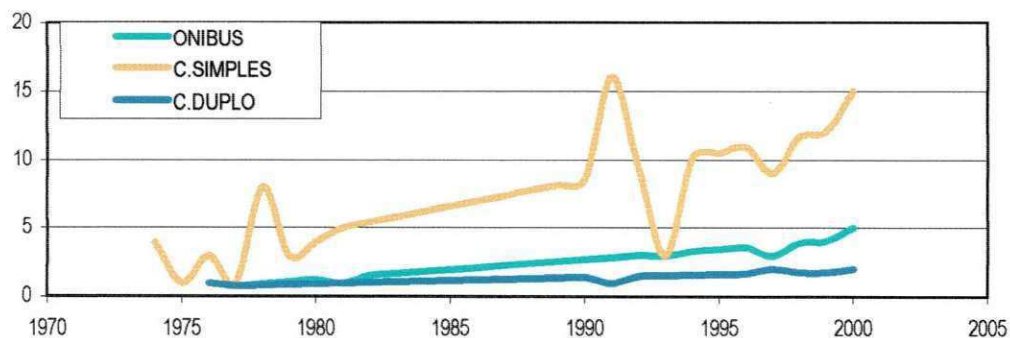
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972				
1973				
1974		4		
1975		1		
1976	1	3	1	
1977	1	1	1	
1978	1	8	1	
1979	1	3	1	
1980	1	4	1	
1981	1	5	1	
1982	2	5	1	
1983	2	6	1	
1984	2	6	1	
1985	2	7	1	
1986	2	7	1	
1987	2	7	1	
1988	2	8	1	
1989	3	8	1	
1990	3	9	1	
1991	3	16	1	
1992	3	9	1	
1993	3	3	2	
1994	3	10	2	
1995	3	11	2	
1996	4	11	2	
1997	3	9	2	
1998	4	12	2	
1999	4	12	2	
2000	5	15	2	

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,95	0,64	0,88	
LOGARITMA	0,95	0,64	0,88	
EXPONENCIAL	0,94	0,57	0,89	
POLINOMIAL	0,96	0,64	0,91	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,1494x - 294,61$	C.DUPLO:	$0,0452x - 88,517$
C.SIMPLES:	$0,3904x - 768,29$	S.REB:	



RODOVIA: PB-391

SEGMENTO: Ent.PB-383 - Ent.PB-387

POSTO: C-047

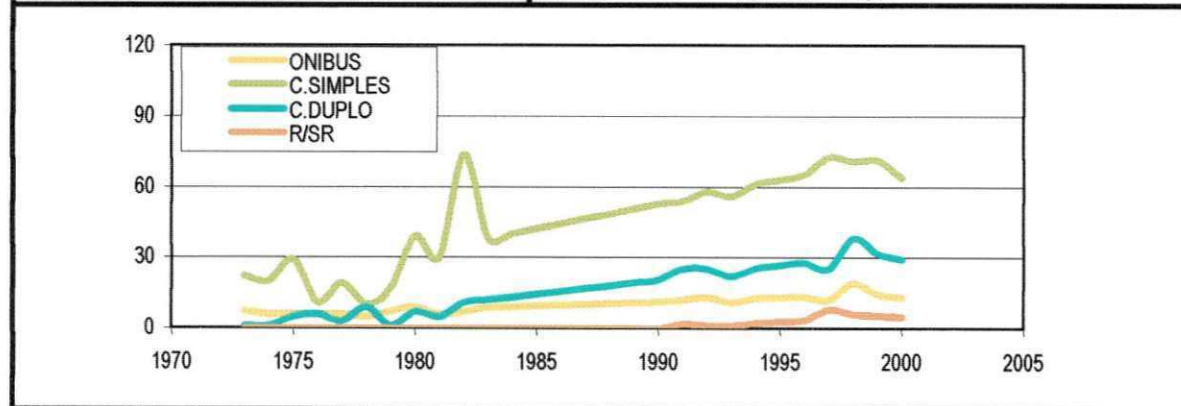
ANO	ÔNIBUS	CAMINHOS		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972				
1973	7	22	1	0
1974	6	20	1	0
1975	6	29	5	0
1976	6	11	6	0
1977	6	19	3	0
1978	5	10	9	0
1979	7	17	1	0
1980	9	39	7	0
1981	6	30	5	0
1982	7	74	11	0
1983	9	38	12	0
1984	9	40	13	0
1985	9	42	14	0
1986	10	44	16	0
1987	10	46	17	0
1988	10	49	18	0
1989	11	51	19	0
1990	11	53	21	0
1991	12	54	25	2
1992	13	58	25	1
1993	11	56	22	1
1994	13	61	25	2
1995	13	63	27	3
1996	13	65	28	4
1997	12	73	25	8
1998	19	71	38	6
1999	15	72	31	6
2000	13	64	29	5

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,83	0,77	0,93	0,59
LOGARITMA	0,83	0,77	0,93	0,59
EXPONENCIAL	0,86	0,68	0,75	
POLINOMIAL	0,84	0,77	0,93	0,84

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$0,3675x - 720,11$	C.DUPLO:	$1,2201x - 2407,6$
C.SIMPLES:	$2,0972x - 4120,8$	S.REB:	$0,2126x - 420,94$



RODOVIA: PB-395

SEGMENTO: Ent.PB-393 - Ent.PB-411

POSTO: C-000

ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972	0	9	0	2
1973	1	1	0	
1974	2	3	1	
1975	2	1	1	
1976	5	4	2	
1977	4	6	1	1
1978	4	14	1	
1979	4	6	2	
1980	5	9	2	
1981	2	4	2	
1982	6	11	3	
1983	6	12	3	
1984	7	12	3	
1985	8	13	3	
1986	8	14	3	
1987	9	15	4	
1988	9	16	4	
1989	10	17	4	
1990	10	18	4	
1991	10	18	4	
1992	11	20	5	
1993	12	20	5	
1994	13	21	5	
1995	13	22	5	
1996	14	23	6	
1997	14	24	6	
1998	15	25	6	
1999	15	26	6	
2000	17	29	7	1

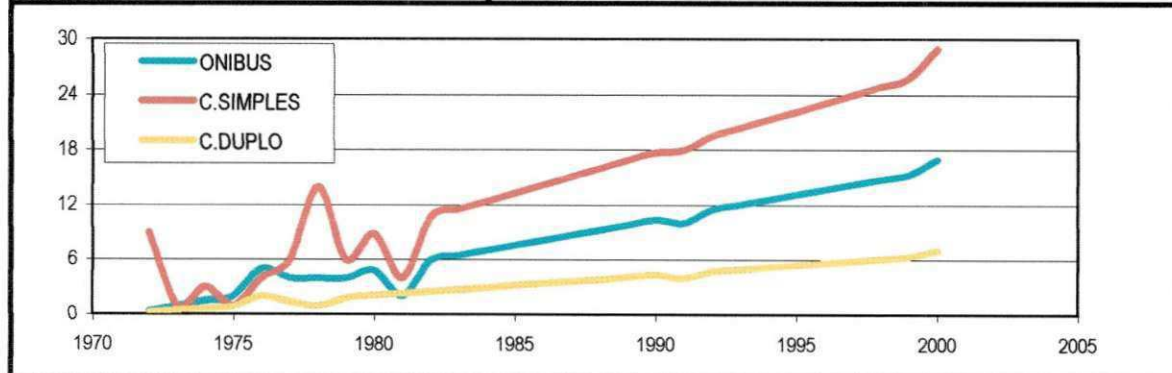
**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,97	0,91	0,99	
LOGARITMA	0,97	0,91	0,99	
EXPONENCIAL	0,79	0,67	0,84	
POLONOMIAL	0,97	0,92	0,99	

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:  $0,5521x - 1088,3$       C.DUPLO:  $0,2248x - 443,09$

C.SIMPLES:  $0,8886x - 1750,6$       S.REB:



RODOVIA: PB-420

SEGMENTO: Cachoeira dos Índios - Ent. BR-116

POSTO: C-174

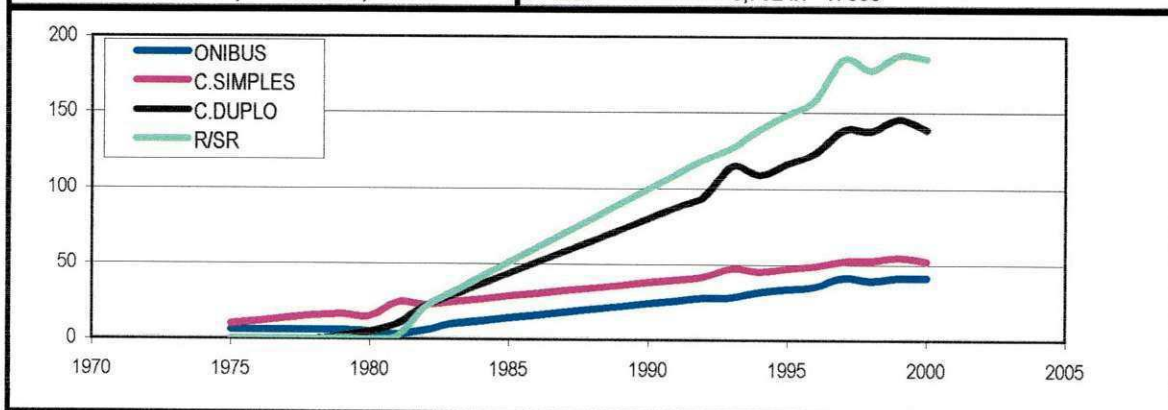
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1975	6	10	0	0
1976	6	11	0	0
1977	6	13	0	0
1978	6	15	0	0
1979	6	16	2	1
1980	5	15	5	0
1981	3	24	10	2
1982	6	23	22	21
1983	10	25	29	31
1984	12	26	36	41
1985	14	28	44	51
1986	16	30	51	60
1987	18	32	58	70
1988	20	34	66	80
1989	22	36	73	90
1990	24	38	80	99
1991	25	39	87	109
1992	27	41	95	119
1993	28	47	115	127
1994	31	45	109	139
1995	33	47	117	148
1996	35	49	124	158
1997	41	52	139	185
1998	39	52	138	178
1999	41	54	146	187
2000	41	52	139	185
2001	45	58	160	207
2002	47	60	168	217

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,95	0,99	0,98	0,97
LOGARITMA	0,95	0,99	0,98	0,97
EXPONENCIAL	0,89	0,93		
POLONOMIAL	0,97	0,99	0,98	0,98

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$1,6704x - 3299,9$	C.DUPLO:	$6,7129x - 13277$
C.SIMPLES:	$1,8634x - 3670,7$	S.REB:	$8,7624x - 17335$



RODOVIA: PBT-110

SEGMENTO: Ent.PB-276 (São José do Bonfim) - Ent. BR-361 (Patos)

POSTO: C-000

ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1972				
1973				
1974				
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980	16	49	15	0
1981	17	54	17	0
1982	17	58	20	0
1983	18	63	22	0
1984	18	67	25	0
1985	18	72	27	0
1986	19	76	29	0
1987	19	81	32	0
1988	20	85	34	2
1989	20	90	37	3
1990	21	94	39	4
1991	20	98	51	6
1992	23	117	38	7
1993	24	97	40	7
1994	22	113	48	10
1995	23	117	51	11
1996	23	122	53	13
1997	19	110	52	17
1998	22	144	65	18
1999	24	135	60	17
2000	29	141	62	15

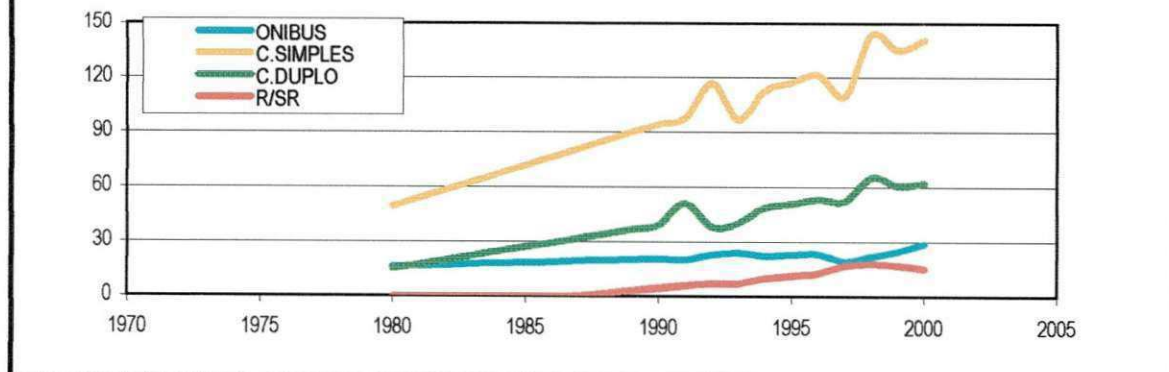
**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,75	0,95	0,95	0,89
LOGARITMA	0,75	0,95	0,95	0,89
EXPONENCIAL	0,78	0,95	0,94	
POLINOMIAL	0,75	0,95	0,95	0,95

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:  $0,4373x - 849,69$       C.DUPLO:  $2,3922x - 4721,6$

C.SIMPLES:  $4,5206x - 8901,6$       S.REB:  $1,003x - 1989,8$





RODOVIA: PBT- 408

SEGMENTO: Ent.PB-054(Itabaiana) - Div.PB/PE(Juripiranga)

POSTO: C-021

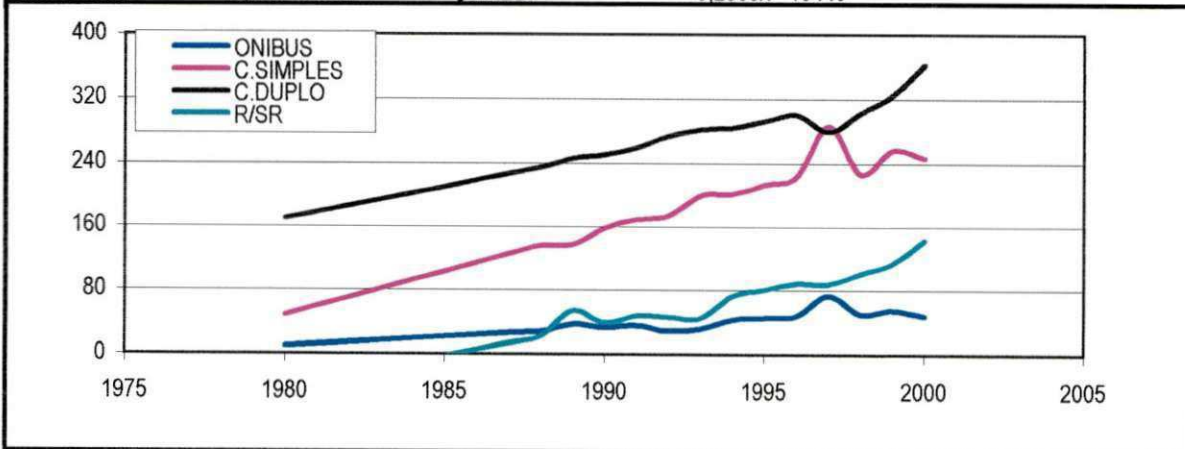
ANO	ÔNIBUS	CAMINHÕES		
		C.SIMPLES	C.DUPLO	R/SR
1980	10	48	170	44
1981	12	59	178	36
1982	14	70	186	27
1983	17	81	194	19
1984	19	92	202	11
1985	21	103	210	3
1986	24	114	219	6
1987	26	125	227	14
1988	28	136	235	22
1989	37	137	246	54
1990	33	158	251	39
1991	36	169	259	47
1992	29	173	273	46
1993	31	199	281	44
1994	43	201	284	72
1995	45	212	292	80
1996	47	223	300	88
1997	73	285	279	87
1998	50	226	302	100
1999	54	256	324	113
2000	47	246	362	143
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				

**ANALISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,83	0,96	0,96	0,97
LOGARITMA	0,83	0,96	0,96	0,97
EXPONENCIAL	0,89	0,94	0,97	
POLONOMIAL	0,83	0,96	0,96	0,97

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

ÔNIBUS:	$2,3539x - 4651,1$	C.DUPLO:	$8,1477x - 15963$
C.SIMPLES:	$10,96x - 21652$	S.REB:	$8,2808x - 16440$



# **ANEXO 9**

---

PLANILHAS 1, 2, 3 e 4

RODOVIA: BR-230PB  
 DATA: 26-AGO-98  
 POSTO: C117

DADOS DE CAMPO

PERÍODO	SENTIDO: CAMPINA GRANDE - JOÃO PESSOA														SENTIDO: JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE														TOTAL 2 SENT			
	HORÁRIO	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR	TOTAL	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR		TOTAL		
00-01	15			1	6	11				8					42	1			3		3									10	52	
01-02	11			1	1	3									16	4			2	2	5									14	30	
02-03	2			3	2	5									12	6			2	4	11									23	35	
03-04	10	30		1	17	4				1					64	2	3		2	2	10									22	86	
04-05	20	4		6	22	4									58	12	3		2	11	20									51	109	
05-06	42	4		8	44										100	38	2		9	13	39									112	212	
06-07	92	5		8	26										137	110	3		7	7	21									165	302	
07-08	135	7		9	25										182	120	1		2	9	12									150	332	
08-09	155	3		10	11										184	113	1		10	11	14									153	337	
09-10	130	3		10	17										163	137	9		9	20	21									201	364	
10-11	148	3		27	21										207	116	5		13	23	27									198	405	
11-12	125	4		10	35										188	113	7		5	35	32									198	386	
12-13	100	2		6	28										145	116	4		40	31	25									227	372	
13-14	117	2		11	26										169	111	4		14	24	22									182	351	
14-15	150	5		15	24										199	129			14	30	18									201	400	
15-16	150	6		21	6	26									225	148	3		33	21	21									230	455	
16-17	110	3		21	20	24									184	150	5		16	21	22									222	406	
17-18	130	5		33	16	30									229	125	5		15	25	23									202	431	
18-19	115	2		25	11	29									190	91	2		17	28	27									170	360	
19-20	104	3		20	11	35									181	70	1		5	10	20									111	292	
20-21	91	1		19	11	17									145	45	1		6	6	6									69	214	
21-22	38	2		12	5	22									80	35	1		6	3	21									73	153	
22-23	40			7	4	17									68	25	3		9	7	4									52	120	
23-24	12	1		4	10	7									36	15	1		1	4	5									28	64	
SOMA	2042	95		288	399	234	8	61	58						3204	1832	64		242	347	429									3064	6268	
TOTAL	3874	159		530	746	663	8	75	185	1	8	15	0	4	6268																	
%	61,8	2,5		8,5	11,9	10,6	0,1	1,2	3	0	0,1	0,2	0	0,1	100																	

PLANILHA 1

AUTO E 2CS:	70,30%
ÔNIBUS:	2,50%
2C:	11,90%
3C:	10,60%
nSI:	4,70%
VR:	0,10%

DISTRIBUIÇÃO DIRECIONAL	51%	49% NO FLUXO TOTAL
	51%	49% NA HORA MÁXIMA

VHM	455
VHP	7,3%

RODOVIA: BR-230PB  
 DATA: 27-AGO-98  
 POSTO: C117

PERÍODO HORARIO	SENTIDO: CAMPINA GRANDE - JOÃO PESSOA										SENTIDO: JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE										TOTAL 2 SENT		
	AUTO	ÔNIBUS	2SC	3C	2E1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	VR	TOTAL	AUTO	ÔNIBUS	2SC	3C	2S1	2S2	2S3	3S1		3S2	3S3
00-01	10			10	5						30	8			7	2							17
01-02	14		5	5	10						36	4			4	6							18
02-03	11		2	4	3	2					22	2			1	5	1						9
03-04	6		4	13	6	1			1		31	6			7	8							26
04-05	10		13	17	15						55	9			4	9	27	6					57
05-06	35	5	7	14	26				1		92	36			8	16	26	5				1	95
06-07	64	6	12	12	14	2					116	82			3	23	15	37	1	1		1	163
07-08	117	5	12	18	14	7					173	139			3	10	20	24	2	2			200
08-09	152	2	30	10	6	7					207	138			4	15	23	17					197
09-10	130	3	26	20	15	1		1			196	120			6	10	24	30				1	205
10-11	162	1	10	22	15	8					218	110			2	17	22	20					178
11-12	91	3	16	10	30	5					155	102			6	21	21	26					184
12-13	75	5	18	11	40	3					152	142			5	11	20	32					219
13-14	110		21	10	20	4					167	129		1	5	21	17	27		1			205
14-15	136	7	20	15	26	1					210	128			4	24	18	32					215
15-16	131	3	22	20	22	5					203	168			5	14	16	29					235
16-17	110	3	19	16	22	12					182	160			4	21	20	21					234
17-18	120	7	16	14	26	7					191	154		1	5	20	12	20				2	221
18-19	130	4	20	10	21	14					201	145			2	20	22	20					214
19-20	87	4	17	10	24	2					149	90			1	18	9	16					139
20-21	80	2	10	15	30	9					146	54			1	10	2	14				1	89
21-22	7	1	3	3	2						16	35			1	7	11						57
22-23	12		3	13	10	1					41	16			4	5	5	14					44
23-24	15		5	13	2	2					39	10			1	5	3	5					24
SOMA	1815	61	311	305	404	2	7	115	1	2	3028	1996	69	282	320	469	2	19	77	0	5	0	3245
TOTAL	3811	130	593	625	873	4	26	192	1	6	6268												
%	60.8	2.1	9.5	10.0	13.9	0.1	0.4	3.1	0	0.1	100												

DADOS DE CAMPO

PLANILHA 2

AUTO E 2C:	70.3%
ÔNIBUS:	2.1%
3C:	10.0%
3S:	13.9%
VR:	3.7%
	0.2%

DISTRIBUIÇÃO DIRECIONAL	
48%	52% NO FLUXO TOTAL
46%	49% NA HORA MÁXIMA

NM	438
VHP	7.0%

RODOVIA: BR-230PB

DATA:28-AGO-98

POSTO: C117

DADOS DE CAMPO

PERÍODO	SENTIDO: CAMPINA GRANDE - JOÃO PESSOA														SENTIDO: JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE														TOTAL	
	HORÁRIO	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR	TOTAL	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR	TOTAL	2 SENT
00-01	22	2	3	5	10		1	2	1	1				47	10		1	7	6			1						25	72	
01-02														0	3		1	3	5									12	12	
02-03	40		4	8	25			4						81	13		10		14			2					39	120		
03-04	39	1	4	5	15			2						66	11		7		25				1				44	110		
04-05	21	1	2	2	15		1					1		43	11		10		24								45	88		
05-06	30	3	6	3	11									53	16		1	2	8			2					29	82		
06-07	67	7	16	9	20		1	7				2		129	76		14	13	37			11					151	280		
07-08	110	6	21	6	41			8					1	193	150	4	25	19	25			8					231	424		
08-09	131	2	26	12	4									175	130	6	20	12	25			2					195	370		
09-10	144	3	12	7	22			1						189	139	6	19	20	15			10					209	398		
10-11	110	2	20	20	31			11					1	195	135	3	24	20	20								202	397		
11-12	103	3	20	20	27			3					1	177	135	8	20	4	15			5					187	364		
12-13	107	5	20	20	28		2	6						188	137	3	23	23	45			12					243	431		
13-14	102	2	22	8	22	1	1	11						169	180	11	27	13	28			5					264	433		
14-15	170	8	26	15	48		1	11						279	180	3	32	21	25			18			1		280	559		
15-16	157	2	20	12	22		3	8						224	180	4	33	20	41			11	1			1	291	515		
16-17	160	3	25	7	23			13			2			233	181	5	18	18	18			1					241	474		
17-18	180	6	23	20	26			8						263	174	5	25	24	16			6					250	513		
18-19	180	1	22	17	28			9						257	140	4	15	15	20			2					196	453		
19-20	150	4	27	24	29			4						238	130	1	15	10	15		1	5					177	415		
20-21	135	7	28	5	25		1	7		2	1			211	70	3	16	10	27			4					130	341		
21-22	85	1	17	3	30		2	2			1			141	31	1	15	3	21			2					73	214		
22-23	39	2	10	2	12			7						72	20	3	7	7	12			3					52	124		
23-24	25	4		6	12			1						48	13		2	6	2			1	2				26	74		
SOMA	2307	75	374	236	526	1	13	125	1	3	7	0	3	3671	2265	70	380	270	489	0	2	112	2	0	1	0	0	3592	7263	
TOTAL	4572	145	754	506	1015	1	15	237	3	3	8	0	4	7263																
%	72.9	2.3	12	8.1	16.2	0	0.2	3.8	0	0	0.1	0	0.1	116																

PLANILHA 3

AUTO E 2C:	85%
ÔNIBUS:	2,3%
2C:	8,1%
3C:	16,2%
nS1:	4,3%
VR:	0,1%

DISTRIBUIÇÃO DIRECIONAL	51%	49% NO FLUXO TOTAL
	43%	57% NA HORA MÁXIMA

VHM	559
VHP	7,7%

RODOVIA: BR-230PB

DATA: 26, 27, 28/08/98

POSTO: C117

DADOS DE CAMPO

PERÍODO	SENTIDO: CAMPINA GRANDE - JOÃO PESSOA														SENTIDO: JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE														TOTAL		
	HORÁRIO	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR	TOTAL	AUTO	ÔNIBUS	2SC	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2C2	VR	TOTAL	2 SENT	
00-01	16	1	2	7	9	0	1	5	1	1	1	0	0	0	44	7	0	2	5	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20	64
01-02	9	0	2	2	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19	4	0	2	3	6	0	1	1	0	0	0	0	0	17	36	
02-03	18	0	3	5	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	39	7	0	4	2	10	1	0	1	0	0	0	0	25	64		
03-04	19	11	3	12	9	0	0	2	0	0	1	0	0	0	57	7	-2	4	3	15	0	1	1	1	0	0	0	34	91		
04-05	17	2	7	14	12	0	1	0	0	0	1	0	1	1	55	11	2	6	7	24	0	2	1	0	0	1	0	54	109		
05-06	36	4	7	21	13	0	1	1	0	0	1	0	1	1	85	30	2	6	11	25	0	2	3	0	0	2	0	82	167		
06-07	75	6	12	16	12	1	3	5	0	1	1	0	0	0	132	90	2	15	12	32	0	1	9	0	1	0	0	163	295		
07-08	121	6	14	17	19	0	2	5	0	1	0	0	1	1	186	137	3	13	16	21	0	1	6	0	0	0	0	197	383		
08-09	146	3	22	11	4	0	2	3	0	0	0	0	0	0	191	127	4	15	16	19	0	0	2	0	0	0	0	183	374		
09-10	135	3	16	15	13	0	1	1	0	1	0	0	1	1	186	135	7	13	22	22	0	0	7	0	0	0	0	206	392		
10-11	140	2	19	21	16	1	2	7	0	1	0	0	1	1	210	121	4	18	22	23	0	2	6	0	0	0	0	197	407		
11-12	107	4	16	22	19	0	5	3	0	0	0	0	0	1	177	117	7	16	20	25	0	0	6	1	0	0	0	192	369		
12-13	94	4	15	20	23	1	3	3	0	0	0	0	0	1	164	132	4	25	25	34	0	1	11	0	0	0	0	232	396		
13-14	110	2	18	15	14	1	4	5	0	1	0	0	0	1	171	140	7	21	18	26	0	1	5	0	1	0	0	219	390		
14-15	152	7	21	18	25	0	3	6	0	0	0	0	0	0	232	146	3	24	23	25	0	0	12	0	1	1	0	0	235	467	
15-16	146	4	21	13	24	0	2	9	0	1	1	0	1	1	222	166	4	27	19	31	0	0	6	1	0	0	0	1	255	477	
16-17	127	3	22	15	23	0	1	9	0	1	1	0	0	0	202	164	5	19	20	21	0	0	6	0	0	0	0	0	235	437	
17-18	144	6	24	17	28	0	0	9	0	0	1	0	1	1	230	151	5	20	21	20	1	1	6	0	1	0	0	1	227	457	
18-19	142	3	23	13	26	0	1	11	0	0	0	0	0	0	219	126	3	18	22	23	0	1	3	0	0	1	0	0	197	416	
19-20	114	4	22	15	30	1	1	6	0	0	0	0	0	0	193	97	1	13	10	17	0	1	5	0	0	0	0	144	337		
20-21	102	4	19	11	24	0	1	8	0	1	1	0	0	0	171	57	2	11	6	16	0	1	5	0	0	0	0	1	99	270	
21-22	44	2	11	4	18	0	1	1	0	0	1	0	0	0	82	34	1	8	5	18	0	1	4	0	0	0	0	71	153		
22-23	31	1	7	7	13	0	1	3	0	0	0	0	0	0	63	21	4	7	7	10	0	0	3	0	0	0	0	52	115		
23-24	18	2	3	10	7	0	0	2	1	0	0	0	0	1	44	13	1	3	5	4	0	1	2	0	0	0	0	29	73		
SOMA	2063	84	329	321	397	5	36	107	2	9	10	0	11	3374	2040	73	310	320	471	2	18	113	3	4	5	0	6	3365	6739		
TOTAL	4103	157	639	641	868	7	54	220	5	13	15	0	17	6739																	
%	65.5	2.5	10.2	10.2	13.8	0.1	0.9	3.5	0.1	0.2	0.2	0	0.3	108																	

PLANILHA 4

AUTO E 2Cs:	75.50%
ÔNIBUS:	2.50%
2C:	10.20%
3C:	13.80%
nSI:	5.00%
VR:	0.30%

DISTRIBUIÇÃO DIRECIONAL	50%	50% NO FLUXO TOTAL
	53%	47% NA HORA MÁXIMA

VPA:	477
VHP:	7.1%

# **ANEXO 10**

PLANILHA 5

<b>RODOVIA:</b>	BR-230PB	<b>PLANILHA 5</b>
<b>TRECHO:</b>	CABEDELÓ -DIVISA PB/CE	
<b>SUBTRECHO:</b>	INGÁ - CAMPINA GRANDE	
<b>SEGMENTO:</b>	km 117,3 - km 147,9      Lote III	
<b>POSTO:</b>	021-7 (C117)	

ANO	AUTO E 2CS	CAMINHÕES				TOTAL
		ÔNIBUS	2C	3C	nSi	
1970	725	174	278	289	47	1513
1971	679	188	258	268	44	1437
1972	730	101	363	64	12	1270
1973	1173	160	388	79	10	1810
1974	1031	125	330	157	18	1661
1975	788	168	301	313	51	1621
1976	916	145	440	458	74	2033
1977	1239	227	437	455	74	2432
1978	1070	281	547	568	92	2558
1979	1577	268	548	548	5	2946
1980	1107	213	229	577	46	2172
1981	1014	252	412	428	70	2176
1982	1132	254	528	548	89	2551
1985	1683	233	379	699	81	3075
1998	4759	157	641	868	314	6739

FONTE: DNER-Censo Nacional de Tráfego rodoviário/Projeto Expedito de Restauração 1986

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO**

LINEAR	0,89	0,62	0,66	0,86	0,86	0,95
LOGARITMA	0,89	0,62	0,66	0,86	0,86	0,95
EXPONENCIAL	0,92	0,60	0,60	0,68	0,60	0,95
POTENCIAL	0,92	0,60	0,60	0,68	0,60	0,95

**EQUAÇÕES UTILIZADAS**

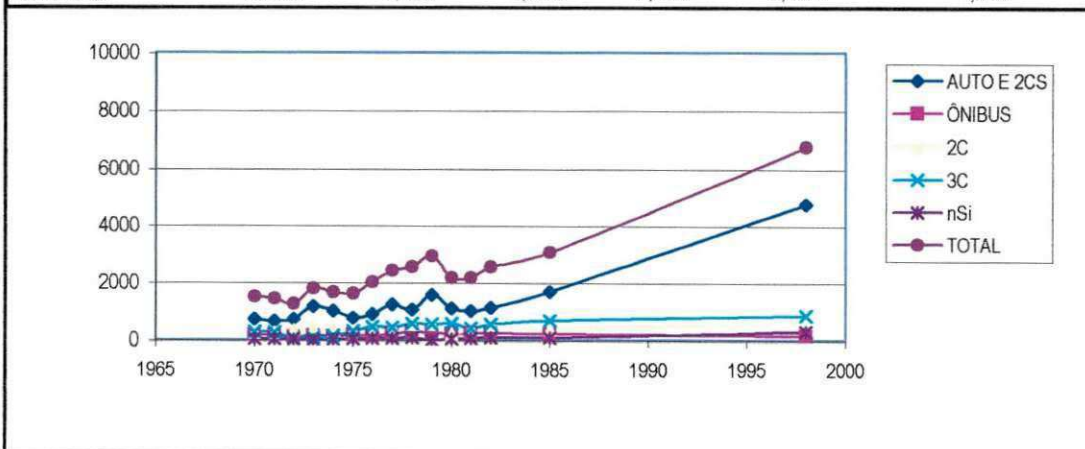
AUTOS:	$(-249686) + 126,8 \cdot x$	C.MÉDIO:	$(-21994) + 11,3 \cdot x$
ÔNIBUS:	$(-9641,7) + 4,9 \cdot x$	C.PESADO:	$(-54920 + 27,9 \cdot x)$
		S.REB:	$(-17856) + 9 \cdot x$

**TRÁFEGO PROJETADO PELAS REGRESSÕES**

ANO	AUTO E 2CS	ÔNIBUS	CAMINHÕES			TOTAL
			2C	3C	nSi	
1999	3968	314	635	1013	255	6185
2013	5744	384	794	1404	382	8708

**TAXAS DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO**

i %aa.Expon.	2,70%	1,40%	1,60%	2,40%	2,90%	2,50%
i %aa.Linear	3,20%	1,60%	1,80%	2,80%	3,60%	2,90%





# **ANEXO 11**

---

PLANILHA 6

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA	Ano	TIPO DE VEÍCULO						LEI DA BALANÇA									
		Autos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	AASHO					USACE				
								FVm	N	ACUM	PISTA DUPLA	ACUM	FVM	N	ACUM	PISTA DUPLA	ACUM
1987	2445	254	499	677	147	4022	2,36	6,8E+05	6,8E+05	5,4E+05	5,4E+05	7,41	2,1E+06	2,1E+06	1,7E+06	1,7E+06	
1988	2572	259	511	705	156	4203	2,36	7,0E+05	1,4E+06	5,6E+05	1,1E+06	7,45	2,2E+06	4,3E+06	1,8E+06	3,5E+06	
1989	2699	264	522	733	165	4383	2,36	7,3E+05	2,1E+06	5,8E+05	1,7E+06	7,49	2,3E+06	6,7E+06	1,8E+06	5,3E+06	
1990	2826	269	533	761	174	4563	2,36	7,5E+05	2,9E+06	6,0E+05	2,3E+06	7,53	2,4E+06	9,0E+06	1,9E+06	7,2E+06	
1991	2952	274	545	789	183	4743	2,37	7,7E+05	3,6E+06	6,2E+05	2,9E+06	7,56	2,5E+06	1,2E+07	2,0E+06	9,2E+06	
1992	3079	279	556	817	192	4923	2,37	8,0E+05	4,4E+06	6,4E+05	3,5E+06	7,59	2,6E+06	1,4E+07	2,0E+06	1,1E+07	
1993	3206	284	567	845	201	5103	2,37	8,2E+05	5,2E+06	6,6E+05	4,2E+06	7,62	2,6E+06	1,7E+07	2,1E+06	1,3E+07	
1994	3333	289	579	873	210	5284	2,37	8,4E+05	6,1E+06	6,7E+05	4,9E+06	7,65	2,7E+06	1,9E+07	2,2E+06	1,6E+07	
1995	3460	294	590	901	219	5464	2,37	8,7E+05	7,0E+06	6,9E+05	5,6E+06	7,68	2,8E+06	2,2E+07	2,2E+06	1,8E+07	
1996	3587	299	601	929	228	5644	2,37	8,9E+05	7,8E+06	7,1E+05	6,3E+06	7,70	2,9E+06	2,5E+07	2,3E+06	2,0E+07	
1997	3714	304	613	957	237	5825	2,37	9,1E+05	8,6E+06	7,3E+05	7,0E+06	7,73	3,0E+06	2,8E+07	2,4E+06	2,2E+07	
1998	3841	309	624	985	246	6005	2,37	9,4E+05	9,7E+06	7,5E+05	7,8E+06	7,75	3,1E+06	3,1E+07	2,4E+06	2,5E+07	
1999	3968	314	635	1013	255	6185	2,37	9,6E+05	9,6E+05	7,7E+05	7,7E+05	7,77	3,1E+06	3,1E+06	2,5E+06	2,5E+06	
2000	4094	319	646	1040	264	6363	2,37	9,8E+05	1,9E+06	7,9E+05	1,6E+06	7,79	3,2E+06	6,4E+06	2,6E+06	5,1E+06	
2001	4221	324	658	1068	274	6545	2,38	1,0E+06	3,0E+06	8,1E+05	2,4E+06	7,81	3,3E+06	9,7E+06	2,7E+06	7,7E+06	
2002	4348	329	669	1096	283	6725	2,38	1,0E+06	4,0E+06	8,2E+05	3,2E+06	7,83	3,4E+06	1,3E+07	2,7E+06	1,0E+07	
2003	4475	334	680	1124	292	6905	2,38	1,1E+06	5,0E+06	8,4E+05	4,0E+06	7,85	3,5E+06	1,7E+07	2,8E+06	1,3E+07	
2004	4602	339	692	1152	301	7086	2,38	1,1E+06	6,1E+06	8,6E+05	4,9E+06	7,87	3,6E+06	2,0E+07	2,9E+06	1,6E+07	
2005	4729	344	703	1180	310	7266	2,38	1,1E+06	7,2E+06	8,8E+05	5,8E+06	7,89	3,7E+06	2,4E+07	2,9E+06	1,9E+07	
2006	4856	349	714	1208	319	7446	2,38	1,1E+06	8,3E+06	9,0E+05	6,7E+06	7,90	3,7E+06	2,8E+07	3,0E+06	2,2E+07	
2007	4983	354	726	1236	328	7627	2,38	1,1E+06	9,5E+06	9,2E+05	7,6E+06	7,92	3,8E+06	3,1E+07	3,1E+06	2,5E+07	
2008	5110	359	737	1264	337	7807	2,38	1,2E+06	1,1E+07	9,4E+05	8,5E+06	7,93	3,9E+06	3,5E+07	3,1E+06	2,8E+07	
2009	5237	364	748	1292	346	7987	2,38	1,2E+06	1,2E+07	9,6E+05	9,5E+06	7,95	4,0E+06	3,9E+07	3,2E+06	3,1E+07	
2010	5363	369	760	1320	355	8167	2,38	1,2E+06	1,3E+07	9,7E+05	1,0E+07	7,96	4,1E+06	4,3E+07	3,3E+06	3,5E+07	
2011	5490	374	771	1348	364	8347	2,38	1,2E+06	1,4E+07	9,9E+05	1,1E+07	7,97	4,2E+06	4,7E+07	3,3E+06	3,8E+07	
2012	5617	379	782	1376	372	8526	2,38	1,3E+06	1,6E+07	1,0E+06	1,2E+07	7,98	4,2E+06	5,2E+07	3,4E+06	4,1E+07	
2013	5744	384	794	1404	382	8708	2,38	1,3E+06	1,7E+07	1,0E+06	1,3E+07	8,00	4,3E+06	5,6E+07	3,5E+06	4,5E+07	

PLANILHA 6	FV	Ônibus	2C	3C	nSi
	AASHO	2,54	2,54	1,79	4,07
	USACE	4,15	4,15	9,65	13,79

Anual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FVm x (ÔNIBUS + 2C + 3C + nSi) anual  
 Anual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Anual (PISTA DUPLA)

# ANEXO 12

LEIDA BALANCA (ATUAL)																			
TIPO DE VEICULO																			
Ano	Aulos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	DNER / USACE			PISTA SIMPLES			PISTA DUPLA						
							%	E.S.RD	%	E.T.D	%	E.T.T	%	FC	FE	FV=FE*FC	ACUM.	PISTA DUPLA	ACUM.
1987	2445	254	499	677	147	4022	0,470	892	0,270	724	0,219	110	0,033	1,13	2,09	2,36	6,8E+05	5,4E+05	5,4E+05
1988	2572	259	511	705	156	4203	0,470	918	0,268	755	0,221	117	0,034	1,13	2,10	2,36	7,0E+05	1,4E+06	1,1E+06
1989	2699	264	522	733	165	4383	0,469	942	0,267	786	0,222	123	0,035	1,13	2,10	2,36	7,3E+05	2,1E+06	1,7E+06
1990	2826	269	533	761	174	4563	0,469	967	0,266	817	0,224	130	0,036	1,13	2,10	2,36	7,5E+05	2,9E+06	2,3E+06
1991	2952	274	545	789	183	4743	0,469	992	0,263	848	0,225	137	0,036	1,13	2,10	2,37	7,7E+05	3,6E+06	2,9E+06
1992	3079	279	556	817	192	4923	0,468	1017	0,262	878	0,226	144	0,037	1,12	2,10	2,37	8,0E+05	4,4E+06	3,5E+06
1993	3206	284	567	845	201	5103	0,468	1042	0,261	909	0,227	150	0,038	1,12	2,11	2,37	8,2E+05	5,2E+06	4,2E+06
1994	3333	289	579	873	210	5284	0,468	1067	0,259	940	0,228	157	0,038	1,12	2,11	2,37	8,4E+05	6,1E+06	4,9E+06
1995	3460	294	590	901	219	5464	0,468	1092	0,258	971	0,230	164	0,039	1,12	2,11	2,37	8,7E+05	7,0E+06	5,6E+06
1996	3587	299	601	929	228	5644	0,468	1116	0,257	1002	0,231	171	0,039	1,12	2,11	2,37	8,9E+05	7,8E+06	6,3E+06
1997	3714	304	613	957	237	5825	0,467	1142	0,256	1033	0,231	177	0,040	1,12	2,11	2,37	9,1E+05	8,8E+06	7,0E+06
1998	3841	309	624	985	246	6005	0,467	1166	0,255	1064	0,232	184	0,040	1,12	2,11	2,37	9,4E+05	9,7E+06	7,8E+06
1999	3968	314	635	1013	255	6185	0,467	1191	0,254	1095	0,233	191	0,041	1,12	2,12	2,37	9,6E+05	1,0E+07	8,6E+06
2000	4094	319	646	1040	264	6363	0,467	1215	0,253	1124	0,234	197	0,041	1,12	2,12	2,37	9,8E+05	1,1E+07	9,5E+06
2001	4221	324	658	1068	274	6545	0,467	1242	0,252	1156	0,235	205	0,042	1,12	2,12	2,38	1,0E+06	1,2E+07	1,0E+07
2002	4348	329	669	1096	283	6725	0,467	1266	0,251	1187	0,235	212	0,042	1,12	2,12	2,38	1,0E+06	1,3E+07	1,1E+07
2003	4475	334	680	1124	292	6905	0,466	1291	0,250	1217	0,236	218	0,042	1,12	2,12	2,38	1,1E+06	1,4E+07	1,2E+07
2004	4602	339	692	1152	301	7086	0,466	1316	0,250	1248	0,237	225	0,043	1,12	2,12	2,38	1,1E+06	1,5E+07	1,3E+07
2005	4729	344	703	1180	310	7266	0,466	1341	0,249	1279	0,237	232	0,043	1,12	2,12	2,38	1,1E+06	1,6E+07	1,4E+07
2006	4856	349	714	1208	319	7446	0,466	1365	0,248	1310	0,238	239	0,043	1,12	2,12	2,38	1,1E+06	1,7E+07	1,5E+07
2007	4983	354	726	1236	328	7627	0,466	1391	0,247	1341	0,239	245	0,044	1,12	2,12	2,38	1,1E+06	1,8E+07	1,6E+07
2008	5110	359	737	1264	337	7807	0,466	1415	0,247	1372	0,239	252	0,044	1,12	2,12	2,38	1,2E+06	1,9E+07	1,7E+07
2009	5237	364	748	1292	346	7987	0,466	1440	0,246	1403	0,240	259	0,044	1,12	2,13	2,38	1,2E+06	2,0E+07	1,8E+07
2010	5363	369	760	1320	355	8167	0,466	1466	0,246	1434	0,240	266	0,044	1,12	2,13	2,38	1,2E+06	2,1E+07	1,9E+07
2011	5490	374	771	1348	364	8347	0,466	1490	0,245	1464	0,241	272	0,045	1,12	2,13	2,38	1,2E+06	2,2E+07	2,0E+07
2012	5617	379	782	1376	372	8526	0,465	1514	0,244	1495	0,241	278	0,045	1,12	2,13	2,38	1,3E+06	2,3E+07	2,1E+07
2013	5744	384	794	1404	382	8706	0,469	1540	0,244	1526	0,242	286	0,045	1,12	2,13	2,38	1,3E+06	2,4E+07	2,2E+07

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA			
E.S.R.S	E.S.RD	E.T.D	E.T.T
0,15	2,39	1,64	1,56

Manual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FV x (ÔNIBUS + 2C + 3C + nSi) anual  
 Manual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Manual (PISTA DUPLA)

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA

PLANILHA 7

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA	TIPO DE VEÍCULO							LEI DA BALANÇA (NÃO ATUAL)													
	Ano	Autos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	DNER / USACE													
								E.S.R.S	%	E.S.R.D	%	E.T.D	%	E.T.T	%	FC	FE	FV=FE*FC	PISTA SIMPLES	ACUM.	PISTA DUPLA
1987	2445	254	499	677	147	4022	1577	0,470	892	0,270	724	0,219	110	0,033	2,42	2,09	5,08	1,5E+06	1,5E+06	1,2E+06	1,2E+06
1988	2572	259	511	705	156	4203	1631	0,470	918	0,268	755	0,221	117	0,034	2,43	2,10	5,10	1,5E+06	3,0E+06	1,2E+06	2,4E+06
1989	2699	264	522	733	165	4383	1684	0,469	942	0,267	786	0,222	123	0,035	2,44	2,10	5,12	1,6E+06	4,6E+06	1,3E+06	3,6E+06
1990	2826	269	533	761	174	4563	1737	0,469	967	0,265	817	0,224	130	0,036	2,45	2,10	5,14	1,6E+06	6,2E+06	1,3E+06	4,9E+06
1991	2952	274	545	789	183	4743	1791	0,469	992	0,263	848	0,225	137	0,036	2,45	2,10	5,16	1,7E+06	7,9E+06	1,3E+06	6,3E+06
1992	3079	279	556	817	192	4923	1844	0,468	1017	0,262	878	0,226	144	0,037	2,46	2,10	5,17	1,7E+06	9,6E+06	1,4E+06	7,7E+06
1993	3206	284	567	845	201	5103	1897	0,468	1042	0,261	909	0,227	150	0,038	2,46	2,11	5,19	1,8E+06	1,1E+07	1,4E+06	9,1E+06
1994	3333	289	579	873	210	5284	1951	0,468	1067	0,259	940	0,228	157	0,038	2,47	2,11	5,21	1,9E+06	1,3E+07	1,5E+06	1,1E+07
1995	3460	294	590	901	219	5464	2004	0,468	1092	0,258	971	0,230	164	0,039	2,48	2,11	5,22	1,9E+06	1,5E+07	1,5E+06	1,2E+07
1996	3587	299	601	929	228	5644	2057	0,468	1116	0,257	1002	0,231	171	0,039	2,48	2,11	5,23	2,0E+06	1,7E+07	1,6E+06	1,4E+07
1997	3714	304	613	957	237	5825	2111	0,467	1142	0,256	1033	0,231	177	0,040	2,48	2,11	5,25	2,0E+06	1,9E+07	1,6E+06	1,5E+07
1998	3841	309	624	985	246	6005	2164	0,467	1166	0,255	1064	0,232	184	0,040	2,49	2,11	5,26	2,1E+06	2,1E+07	1,7E+06	1,7E+07
1999	3968	314	635	1013	255	6185	2217	0,467	1191	0,254	1095	0,233	191	0,041	2,49	2,12	5,27	2,1E+06	2,1E+06	1,7E+06	1,7E+06
2000	4094	319	646	1040	264	6363	2269	0,467	1215	0,253	1124	0,234	197	0,041	2,50	2,12	5,28	2,2E+06	4,3E+06	1,8E+06	3,5E+06
2001	4221	324	658	1068	274	6545	2324	0,467	1242	0,252	1156	0,235	205	0,042	2,50	2,12	5,30	2,2E+06	6,6E+06	1,8E+06	5,3E+06
2002	4348	329	669	1096	283	6725	2377	0,467	1266	0,251	1187	0,235	212	0,042	2,50	2,12	5,31	2,3E+06	8,9E+06	1,8E+06	7,1E+06
2003	4475	334	680	1124	292	6905	2430	0,466	1291	0,250	1217	0,236	218	0,042	2,51	2,12	5,32	2,4E+06	1,1E+07	1,9E+06	9,0E+06
2004	4602	339	692	1152	301	7086	2484	0,466	1316	0,250	1248	0,237	225	0,043	2,51	2,12	5,33	2,4E+06	1,4E+07	1,9E+06	1,1E+07
2005	4729	344	703	1180	310	7266	2537	0,466	1341	0,249	1279	0,237	232	0,043	2,51	2,12	5,34	2,5E+06	1,6E+07	2,0E+06	1,3E+07
2006	4856	349	714	1208	319	7446	2590	0,466	1365	0,248	1310	0,238	239	0,043	2,52	2,12	5,35	2,5E+06	1,9E+07	2,0E+06	1,5E+07
2007	4983	354	726	1236	328	7627	2644	0,466	1391	0,247	1341	0,239	245	0,044	2,52	2,12	5,35	2,6E+06	2,1E+07	2,1E+06	1,7E+07
2008	5110	359	737	1264	337	7807	2697	0,466	1415	0,247	1372	0,239	252	0,044	2,52	2,12	5,36	2,6E+06	2,4E+07	2,1E+06	1,9E+07
2009	5237	364	748	1292	346	7987	2750	0,466	1440	0,246	1403	0,240	259	0,044	2,53	2,13	5,37	2,7E+06	2,7E+07	2,2E+06	2,1E+07
2010	5363	369	760	1320	355	8167	2804	0,466	1466	0,246	1434	0,240	266	0,044	2,53	2,13	5,38	2,8E+06	2,9E+07	2,2E+06	2,3E+07
2011	5490	374	771	1348	364	8347	2857	0,466	1490	0,245	1464	0,241	272	0,045	2,53	2,13	5,38	2,8E+06	3,2E+07	2,2E+06	2,6E+07
2012	5617	379	782	1376	372	8526	2909	0,465	1514	0,244	1495	0,241	278	0,045	2,53	2,13	5,39	2,9E+06	3,5E+07	2,3E+06	2,8E+07
2013	5744	384	794	1404	382	8708	2964	0,469	1540	0,244	1526	0,242	286	0,045	2,54	2,13	5,40	2,9E+06	3,8E+07	2,3E+06	3,0E+07
PLANILHA 8								FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA													
	E.S.R.S		E.S.R.D		E.T.D		E.T.T														
	0,1		3,74		5,01		8,09														

Manual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FV x (ÔNIBUS + 2C + 3C + nSi) anual  
Manual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Manual (PISTA DUPLA)

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA	TIPO DE VEÍCULO						LEI DA BALANÇA (ATUAL)														
	Ano	Autos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	GEIPOT / DNER													
								ESRS	%	ESRD	%	ETD	%	ETT	%	FC	FE	FV=FE*FC	PISTA SIMPLES	ACUM	PISTA DUPLA
1987	2445	254	499	677	147	4022	1577	0,470	892	0,270	724	0,219	110	0,033	1,60	2,09	3,34	9,6E+05	9,6E+05	7,7E+05	7,7E+05
1988	2572	259	511	705	156	4203	1631	0,470	918	0,268	755	0,221	117	0,034	1,59	2,10	3,34	9,9E+05	2,0E+06	8,0E+05	1,6E+06
1989	2699	264	522	733	165	4383	1684	0,469	942	0,267	786	0,222	123	0,035	1,59	2,10	3,34	1,0E+06	3,0E+06	8,2E+05	2,4E+06
1990	2826	269	533	761	174	4563	1737	0,469	967	0,265	817	0,224	130	0,036	1,59	2,10	3,35	1,1E+06	4,0E+06	8,5E+05	3,2E+06
1991	2952	274	545	789	183	4743	1791	0,469	992	0,263	848	0,225	137	0,036	1,59	2,10	3,35	1,1E+06	5,1E+06	8,8E+05	4,1E+06
1992	3079	279	556	817	192	4923	1844	0,468	1017	0,262	878	0,226	144	0,037	1,59	2,10	3,35	1,1E+06	6,3E+06	9,0E+05	5,0E+06
1993	3206	284	567	845	201	5103	1897	0,468	1042	0,261	909	0,227	150	0,038	1,59	2,11	3,35	1,2E+06	7,4E+06	9,3E+05	5,9E+06
1994	3333	289	579	873	210	5284	1951	0,468	1067	0,259	940	0,228	157	0,038	1,59	2,11	3,35	1,2E+06	8,6E+06	9,5E+05	6,9E+06
1995	3460	294	590	901	219	5464	2004	0,468	1092	0,258	971	0,230	164	0,039	1,59	2,11	3,35	1,2E+06	9,8E+06	9,8E+05	7,9E+06
1996	3587	299	601	929	228	5644	2057	0,468	1116	0,257	1002	0,231	171	0,039	1,59	2,11	3,35	1,3E+06	1,1E+07	1,0E+06	8,9E+06
1997	3714	304	613	957	237	5825	2111	0,467	1142	0,256	1033	0,231	177	0,040	1,59	2,11	3,36	1,3E+06	1,2E+07	1,0E+06	9,9E+06
1998	3841	309	624	985	246	6005	2164	0,467	1166	0,255	1064	0,232	184	0,040	1,59	2,11	3,36	1,3E+06	1,4E+07	1,1E+06	1,1E+07
1999	3968	314	635	1013	255	6185	2217	0,467	1191	0,254	1095	0,233	191	0,041	1,59	2,12	3,36	1,4E+06	1,4E+06	1,1E+06	1,1E+06
2000	4094	319	646	1040	264	6363	2269	0,467	1215	0,253	1124	0,234	197	0,041	1,59	2,12	3,36	1,4E+06	2,7E+06	1,1E+06	2,2E+06
2001	4221	324	658	1068	274	6545	2324	0,467	1242	0,252	1156	0,235	205	0,042	1,59	2,12	3,36	1,4E+06	4,2E+06	1,1E+06	3,3E+06
2002	4348	329	669	1096	283	6725	2377	0,467	1266	0,251	1187	0,235	212	0,042	1,59	2,12	3,36	1,5E+06	5,8E+06	1,2E+06	4,5E+06
2003	4475	334	680	1124	292	6905	2430	0,466	1291	0,250	1217	0,236	218	0,042	1,59	2,12	3,36	1,5E+06	7,1E+06	1,2E+06	5,7E+06
2004	4602	339	692	1152	301	7086	2484	0,466	1316	0,250	1248	0,237	225	0,043	1,59	2,12	3,36	1,5E+06	8,7E+06	1,2E+06	6,9E+06
2005	4729	344	703	1180	310	7266	2537	0,466	1341	0,249	1279	0,237	232	0,043	1,59	2,12	3,37	1,6E+06	1,0E+07	1,2E+06	8,2E+06
2006	4856	349	714	1208	319	7446	2590	0,466	1365	0,248	1310	0,238	239	0,043	1,59	2,12	3,37	1,6E+06	1,2E+07	1,3E+06	9,4E+06
2007	4983	354	726	1236	328	7627	2644	0,466	1391	0,247	1341	0,239	245	0,044	1,59	2,12	3,37	1,6E+06	1,3E+07	1,3E+06	1,1E+07
2008	5110	359	737	1264	337	7807	2697	0,466	1415	0,247	1372	0,239	252	0,044	1,58	2,12	3,37	1,7E+06	1,5E+07	1,3E+06	1,2E+07
2009	5237	364	748	1292	346	7987	2750	0,466	1440	0,246	1403	0,240	259	0,044	1,58	2,13	3,37	1,7E+06	1,7E+07	1,4E+06	1,3E+07
2010	5363	369	760	1320	355	8167	2804	0,466	1466	0,246	1434	0,240	266	0,044	1,58	2,13	3,37	1,7E+06	1,8E+07	1,4E+06	1,5E+07
2011	5490	374	771	1348	364	8347	2857	0,466	1490	0,245	1464	0,241	272	0,045	1,58	2,13	3,37	1,8E+06	2,0E+07	1,4E+06	1,6E+07
2012	5617	379	782	1376	372	8528	2909	0,466	1514	0,244	1495	0,241	278	0,045	1,58	2,13	3,37	1,8E+06	2,2E+07	1,4E+06	1,8E+07
2013	5744	384	794	1404	382	8708	2964	0,469	1540	0,244	1526	0,242	286	0,045	1,58	2,13	3,37	1,8E+06	2,4E+07	1,5E+06	1,9E+07
PLANILHA 9							FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA														
	ESRS		ESRD		ETD		ETT														
0,33		3,27		2,22		2,12															

Anual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FV x (ÔNIBUS + 2C +3C +nSi) anual  
 Anual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Anual (PISTA DUPLA)

ANO		TIPO DE VEÍCULO					LEIDA BALANCA (ATUAL)															
		Ano	Aubs	Ônibus	2C	3C	Total	DNER / USACE					ACUM.									
								ESRS	%	ESRD	%	E.T.D	%	E.T.T	%	FC	FE	FV=FE*FC	PISTA SIMPLES	PISTA DUPLA	ACUM.	
1987	2445	254	499	677	147	4022	1577	0,470	892	0,270	724	0,219	110	0,033	4,07	2,09	8,52	2,5E+06	2,0E+06	2,0E+06	2,0E+06	2,0E+06
1988	2572	259	511	705	156	4203	1631	0,470	918	0,268	755	0,221	117	0,034	4,08	2,10	8,56	2,5E+06	2,0E+06	2,0E+06	2,0E+06	4,0E+06
1989	2699	264	522	733	165	4383	1684	0,469	942	0,267	786	0,222	123	0,035	4,10	2,10	8,60	2,8E+06	2,1E+06	2,1E+06	2,1E+06	6,1E+06
1990	2826	269	533	761	174	4563	1737	0,469	967	0,265	817	0,224	130	0,036	4,11	2,10	8,63	2,7E+06	2,2E+06	2,2E+06	2,2E+06	8,3E+06
1991	2952	274	545	789	183	4743	1791	0,469	992	0,263	848	0,225	137	0,036	4,12	2,10	8,66	2,8E+06	2,3E+06	2,3E+06	2,3E+06	1,1E+07
1992	3079	279	556	817	192	4923	1844	0,468	1017	0,262	878	0,226	144	0,037	4,13	2,10	8,70	2,9E+06	2,3E+06	2,3E+06	2,3E+06	1,3E+07
1993	3206	284	567	845	201	5103	1897	0,468	1042	0,261	909	0,227	150	0,038	4,14	2,11	8,73	3,0E+06	2,4E+06	2,4E+06	2,4E+06	1,5E+07
1994	3333	289	579	873	210	5284	1951	0,468	1067	0,259	940	0,228	157	0,038	4,15	2,11	8,75	3,1E+06	2,5E+06	2,5E+06	2,5E+06	1,8E+07
1995	3460	294	590	901	219	5464	2004	0,468	1092	0,258	971	0,230	164	0,039	4,16	2,11	8,78	3,2E+06	2,6E+06	2,6E+06	2,6E+06	2,0E+07
1996	3587	299	601	929	228	5644	2057	0,468	1116	0,257	1002	0,231	171	0,039	4,17	2,11	8,80	3,3E+06	2,6E+06	2,6E+06	2,6E+06	2,3E+07
1997	3714	304	613	957	237	5825	2111	0,467	1142	0,256	1033	0,231	177	0,040	4,18	2,11	8,83	3,4E+06	2,7E+06	2,7E+06	2,7E+06	2,6E+07
1998	3841	309	624	985	246	6005	2164	0,467	1166	0,255	1064	0,232	184	0,040	4,19	2,11	8,85	3,5E+06	2,8E+06	2,8E+06	2,8E+06	2,9E+07
1999	3968	314	635	1013	255	6185	2217	0,467	1191	0,254	1095	0,233	191	0,041	4,20	2,12	8,87	3,6E+06	2,9E+06	2,9E+06	2,9E+06	3,2E+07
2000	4094	319	646	1040	264	6363	2269	0,467	1215	0,253	1124	0,234	197	0,041	4,20	2,12	8,89	3,7E+06	2,9E+06	2,9E+06	2,9E+06	3,5E+07
2001	4221	324	658	1068	274	6545	2324	0,467	1242	0,252	1156	0,235	205	0,042	4,21	2,12	8,92	3,8E+06	3,0E+06	3,0E+06	3,0E+06	3,8E+07
2002	4348	329	669	1096	283	6725	2377	0,467	1266	0,251	1187	0,235	212	0,042	4,22	2,12	8,94	3,9E+06	3,1E+06	3,1E+06	3,1E+06	4,1E+07
2003	4475	334	680	1124	292	6905	2430	0,466	1291	0,250	1217	0,236	218	0,042	4,22	2,12	8,95	4,0E+06	3,2E+06	3,2E+06	3,2E+06	4,4E+07
2004	4602	339	692	1152	301	7086	2484	0,466	1316	0,250	1248	0,237	225	0,043	4,23	2,12	8,97	4,1E+06	3,3E+06	3,3E+06	3,3E+06	4,7E+07
2005	4729	344	703	1180	310	7266	2537	0,466	1341	0,249	1279	0,237	232	0,043	4,23	2,12	8,99	4,2E+06	3,4E+06	3,4E+06	3,4E+06	5,0E+07
2006	4856	349	714	1208	319	7446	2590	0,466	1365	0,248	1310	0,238	239	0,043	4,24	2,12	9,00	4,3E+06	3,5E+06	3,5E+06	3,5E+06	5,3E+07
2007	4983	354	726	1236	328	7627	2644	0,466	1391	0,247	1341	0,239	245	0,044	4,24	2,12	9,02	4,4E+06	3,6E+06	3,6E+06	3,6E+06	5,6E+07
2008	5110	359	737	1264	337	7807	2697	0,466	1415	0,247	1372	0,239	252	0,044	4,25	2,12	9,03	4,4E+06	3,7E+06	3,7E+06	3,7E+06	5,9E+07
2009	5237	364	748	1292	346	7987	2750	0,466	1440	0,246	1403	0,240	259	0,044	4,25	2,13	9,04	4,5E+06	3,8E+06	3,8E+06	3,8E+06	6,2E+07
2010	5363	369	760	1320	355	8167	2804	0,466	1466	0,246	1434	0,240	266	0,044	4,26	2,13	9,06	4,6E+06	3,9E+06	3,9E+06	3,9E+06	6,5E+07
2011	5490	374	771	1348	364	8347	2857	0,466	1490	0,245	1464	0,241	272	0,045	4,26	2,13	9,07	4,7E+06	4,0E+06	4,0E+06	4,0E+06	6,8E+07
2012	5617	379	782	1376	372	8526	2909	0,465	1514	0,244	1495	0,241	278	0,045	4,27	2,13	9,08	4,8E+06	4,1E+06	4,1E+06	4,1E+06	7,1E+07
2013	5744	384	794	1404	382	8708	2964	0,469	1540	0,244	1526	0,242	286	0,045	4,27	2,13	9,10	4,9E+06	4,2E+06	4,2E+06	4,2E+06	7,4E+07

FATORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA			
ESRS	E.S.RD	E.T.D	E.T.T
0,26	6	8,45	14,28

Manual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FV x (ÔNIBUS + 2C + 3C + nSi) anual  
Manual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Manual (PISTA DUPLA)

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA

PLANILHA 10

NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA	TIPO DE VEÍCULO							DER (SEM EXCESSO DE CARGA)									
	Ano	Autos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	AASHO					USACE				
								FC	PISTA SIMPLES	ACUM	PISTA DUPLA	ACUM	FV	PISTA SIMPLES	ACUM	PISTA DUPLA	ACUM
1987	2445	254	499	677	147	4022	0,96	2,8E+05	2,8E+05	2,2E+05	2,2E+05	3,81	1,1E+06	1,1E+06	8,8E+05	8,8E+05	
1988	2572	259	511	705	156	4203	0,97	2,9E+05	5,7E+05	2,3E+05	4,5E+05	3,84	1,1E+06	2,2E+06	9,1E+05	1,8E+06	
1989	2699	264	522	733	165	4383	0,97	3,0E+05	8,6E+05	2,4E+05	6,9E+05	3,87	1,2E+06	3,4E+06	9,5E+05	2,7E+06	
1990	2826	269	533	761	174	4563	0,98	3,1E+05	1,2E+06	2,5E+05	9,4E+05	3,90	1,2E+06	4,7E+06	9,9E+05	3,7E+06	
1991	2952	274	545	789	183	4743	0,98	3,2E+05	1,5E+06	2,6E+05	1,2E+06	3,93	1,3E+06	6,0E+06	1,0E+06	4,8E+06	
1992	3079	279	556	817	192	4923	0,98	3,3E+05	1,8E+06	2,6E+05	1,5E+06	3,96	1,3E+06	7,3E+06	1,1E+06	5,8E+06	
1993	3206	284	567	845	201	5103	0,99	3,4E+05	2,2E+06	2,7E+05	1,7E+06	3,99	1,4E+06	8,7E+06	1,1E+06	6,9E+06	
1994	3333	289	579	873	210	5284	0,99	3,5E+05	2,5E+06	2,8E+05	2,0E+06	4,01	1,4E+06	1,0E+07	1,1E+06	8,1E+06	
1995	3460	294	590	901	219	5464	0,99	3,6E+05	2,9E+06	2,9E+05	2,3E+06	4,03	1,5E+06	1,2E+07	1,2E+06	9,3E+06	
1996	3587	299	601	929	228	5644	0,99	3,7E+05	3,3E+06	3,0E+05	2,6E+06	4,05	1,5E+06	1,3E+07	1,2E+06	1,0E+07	
1997	3714	304	613	957	237	5825	1,00	3,8E+05	3,6E+06	3,1E+05	2,9E+06	4,07	1,6E+06	1,5E+07	1,3E+06	1,2E+07	
1998	3841	309	624	985	246	6005	1,00	3,9E+05	4,0E+06	3,2E+05	3,2E+06	4,09	1,6E+06	1,6E+07	1,3E+06	1,3E+07	
1999	3968	314	635	1013	255	6185	1,00	4,1E+05	4,1E+05	3,2E+05	3,2E+05	4,11	1,7E+06	1,7E+06	1,3E+06	1,3E+06	
2000	4094	319	646	1040	264	6363	1,00	4,2E+05	8,2E+05	3,3E+05	6,6E+05	4,13	1,7E+06	3,4E+06	1,4E+06	2,7E+06	
2001	4221	324	658	1068	274	6545	1,01	4,3E+05	1,2E+06	3,4E+05	1,0E+06	4,15	1,8E+06	5,1E+06	1,4E+06	4,1E+06	
2002	4348	329	669	1096	283	6725	1,01	4,4E+05	1,7E+06	3,5E+05	1,3E+06	4,16	1,8E+06	6,9E+06	1,4E+06	5,6E+06	
2003	4475	334	680	1124	292	6905	1,01	4,5E+05	2,1E+06	3,6E+05	1,7E+06	4,18	1,9E+06	8,8E+06	1,5E+06	7,0E+06	
2004	4602	339	692	1152	301	7086	1,01	4,6E+05	2,6E+06	3,7E+05	2,1E+06	4,19	1,9E+06	1,1E+07	1,5E+06	8,6E+06	
2005	4729	344	703	1180	310	7266	1,02	4,7E+05	3,1E+06	3,8E+05	2,5E+06	4,21	1,9E+06	1,3E+07	1,6E+06	1,0E+07	
2006	4856	349	714	1208	319	7446	1,02	4,8E+05	3,5E+06	3,8E+05	2,8E+06	4,22	2,0E+06	1,5E+07	1,6E+06	1,2E+07	
2007	4983	354	726	1236	328	7627	1,02	4,9E+05	4,0E+06	3,9E+05	3,2E+06	4,23	2,0E+06	1,7E+07	1,6E+06	1,3E+07	
2008	5110	359	737	1264	337	7807	1,02	5,0E+05	4,5E+06	4,0E+05	3,6E+06	4,25	2,1E+06	1,9E+07	1,7E+06	1,5E+07	
2009	5237	364	748	1292	346	7987	1,02	5,1E+05	5,1E+06	4,1E+05	4,0E+06	4,26	2,1E+06	2,1E+07	1,7E+06	1,7E+07	
2010	5363	369	760	1320	355	8167	1,02	5,2E+05	5,6E+06	4,2E+05	4,5E+06	4,27	2,2E+06	2,3E+07	1,7E+06	1,8E+07	
2011	5490	374	771	1348	364	8347	1,02	5,3E+05	6,1E+06	4,3E+05	4,9E+06	4,28	2,2E+06	2,5E+07	1,8E+06	2,0E+07	
2012	5617	379	782	1376	372	8526	1,03	5,4E+05	6,7E+06	4,4E+05	5,3E+06	4,29	2,3E+06	2,8E+07	1,8E+06	2,2E+07	
2013	5744	384	794	1404	382	8708	1,03	5,6E+05	7,2E+06	4,4E+05	5,8E+06	4,30	2,3E+06	3,0E+07	1,9E+06	2,4E+07	

PLANILHA 11	FV	Ônibus	2C	3C	nSi
	AASHO	1,24	1,01	0,93	4,2
	USACE	1,24	1,5	7,18	13,21

Manual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FVm x (ÔNIBUS + 2C + 3C + nSi) anual  
 Manual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Manual (PISTA DUPLA)



NÚMERO DE REPETIÇÕES "N" PISTA SIMPLES E PISTA DUPLA	TIPO DE VEÍCULO						DER (COM EXCESSO DE CARGA)										
	Ano	Autos	Ônibus	2C	3C	nSi	Total	AASHO					USACE				
								FV	PISTA SIMPLES	ACUM.	PISTA DUPLA	ACUM.	FV	PISTA SIMPLES	ACUM.	PISTA DUPLA	ACUM.
1987	2445	254	499	677	147	4022	1,31	3,8E+05	3,8E+05	3,0E+05	3,0E+05	4,99	1,4E+06	1,4E+06	1,1E+06	1,1E+06	
1988	2572	259	511	705	156	4203	1,32	3,9E+05	7,7E+05	3,1E+05	6,2E+05	5,03	1,5E+06	2,9E+06	1,2E+06	2,3E+06	
1989	2699	264	522	733	165	4383	1,32	4,1E+05	1,2E+06	3,3E+05	9,4E+05	5,08	1,6E+06	4,5E+06	1,2E+06	3,6E+06	
1990	2826	269	533	761	174	4563	1,33	4,2E+05	1,6E+06	3,4E+05	1,3E+06	5,12	1,6E+06	6,1E+06	1,3E+06	4,9E+06	
1991	2952	274	545	789	183	4743	1,34	4,4E+05	2,0E+06	3,5E+05	1,6E+06	5,16	1,7E+06	7,8E+06	1,3E+06	6,2E+06	
1992	3079	279	556	817	192	4923	1,34	4,5E+05	2,5E+06	3,6E+05	2,0E+06	5,20	1,7E+06	9,6E+06	1,4E+06	7,6E+06	
1993	3206	284	567	845	201	5103	1,35	4,7E+05	3,0E+06	3,7E+05	2,4E+06	5,23	1,8E+06	1,1E+07	1,4E+06	9,1E+06	
1994	3333	289	579	873	210	5284	1,35	4,8E+05	3,4E+06	3,9E+05	2,7E+06	5,26	1,9E+06	1,3E+07	1,5E+06	1,1E+07	
1995	3460	294	590	901	219	5464	1,36	5,0E+05	3,9E+06	4,0E+05	3,1E+06	5,30	1,9E+06	1,5E+07	1,5E+06	1,2E+07	
1996	3587	299	601	929	228	5644	1,36	5,1E+05	4,4E+06	4,1E+05	3,6E+06	5,33	2,0E+06	1,7E+07	1,6E+06	1,4E+07	
1997	3714	304	613	957	237	5825	1,36	5,3E+05	5,0E+06	4,2E+05	4,0E+06	5,35	2,1E+06	1,9E+07	1,6E+06	1,5E+07	
1998	3841	309	624	985	246	6005	1,37	5,4E+05	5,5E+06	4,3E+05	4,4E+06	5,38	2,1E+06	2,1E+07	1,7E+06	1,7E+07	
1999	3968	314	635	1013	255	6185	1,37	5,6E+05	5,6E+05	4,4E+05	4,4E+05	5,41	2,2E+06	2,2E+06	1,7E+06	1,7E+06	
2000	4094	319	646	1040	264	6363	1,38	5,7E+05	1,1E+06	4,6E+05	9,0E+05	5,43	2,2E+06	4,4E+06	1,8E+06	3,5E+06	
2001	4221	324	658	1068	274	6545	1,38	5,9E+05	1,7E+06	4,7E+05	1,4E+06	5,45	2,3E+06	6,7E+06	1,9E+06	5,4E+06	
2002	4348	329	669	1096	283	6725	1,38	6,0E+05	2,3E+06	4,8E+05	1,8E+06	5,48	2,4E+06	9,1E+06	1,9E+06	7,3E+06	
2003	4475	334	680	1124	292	6905	1,39	6,2E+05	2,9E+06	4,9E+05	2,3E+06	5,50	2,4E+06	1,2E+07	2,0E+06	9,3E+06	
2004	4602	339	692	1152	301	7086	1,39	6,3E+05	3,6E+06	5,0E+05	2,8E+06	5,52	2,5E+06	1,4E+07	2,0E+06	1,1E+07	
2005	4729	344	703	1180	310	7266	1,39	6,5E+05	4,2E+06	5,2E+05	3,4E+06	5,54	2,6E+06	1,7E+07	2,1E+06	1,3E+07	
2006	4856	349	714	1208	319	7446	1,40	6,6E+05	4,9E+06	5,3E+05	3,9E+06	5,56	2,6E+06	1,9E+07	2,1E+06	1,5E+07	
2007	4983	354	726	1236	328	7627	1,40	6,8E+05	5,5E+06	5,4E+05	4,4E+06	5,57	2,7E+06	2,2E+07	2,2E+06	1,8E+07	
2008	5110	359	737	1264	337	7807	1,40	6,9E+05	6,2E+06	5,5E+05	5,0E+06	5,59	2,8E+06	2,5E+07	2,2E+06	2,0E+07	
2009	5237	364	748	1292	346	7987	1,40	7,0E+05	6,9E+06	5,6E+05	5,5E+06	5,61	2,8E+06	2,8E+07	2,3E+06	2,2E+07	
2010	5363	369	760	1320	355	8167	1,41	7,2E+05	7,7E+06	5,8E+05	6,1E+06	5,62	2,9E+06	3,0E+07	2,3E+06	2,4E+07	
2011	5490	374	771	1348	364	8347	1,41	7,3E+05	8,4E+06	5,9E+05	6,7E+06	5,64	2,9E+06	3,3E+07	2,4E+06	2,7E+07	
2012	5617	379	782	1376	372	8526	1,41	7,5E+05	9,1E+06	6,0E+05	7,3E+06	5,65	3,0E+06	3,6E+07	2,4E+06	2,9E+07	
2013	5744	384	794	1404	382	8708	1,41	7,6E+05	9,9E+06	6,1E+05	7,9E+06	5,67	3,1E+06	3,9E+07	2,5E+06	3,2E+07	
PLANILHA 12	FV		Ônibus	2C	3C	nSi											
	AASHO		1,24	1,01	0,93	4,2											
	USACE		1,24	1,5	7,18	13,21											

Manual (PISTA SIMPLES) = 365 x 0,5 x FVm x (ÔNIBUS + 2C +3C +nSi) anual

Manual (PISTA DUPLA) = 0,8 x Manual (PISTA DUPLA)