

# ESTUDO DE TRÁFEGO

## **1. ZONAMENTO E SELECÇÃO DA REDE OBJECTO DO ESTUDO**

De acordo com os objectivos do estudo, e considerando as características dos tráfegos potencialmente captáveis pelo projecto que se estuda, foram considerados uma rede e um sistema de zonas, com uma extensão e um nível de profundidade em conformidade com a complexidade da mobilidade na área de estudo.

Esta rede é constituída pelos seguintes eixos:

- IP 1/A 1: Porto - IP 5
- IP 1/A 3: Valença - Porto
- 1P 3: Bigorne - Peso da Régua IP 4: Bragança - Porto
- IP 5: Aveiro – Guarda - Fronteira
- IP 9: Viana do Castelo - Ponte de Lima
- Concessão Norte
- Scut Interior Norte
- Scut Grande Porto
- IC 1: Aveiro - Caminha
- IC 14: Esposende - Barcelos - Braga
- IC 24: IC 1-Espinho
- N 1: Coimbra - Porto
- N 2: IP 5- Fronteira (Feces de Abaixo)
- N 13: São Pedro da Torre - IC 24
- N 14: Porto - Braga
- N 15: Porto - N 101
- N 101 : Braga - Mesão Frio
- N 103-1 : Esposende - Braga
- N 103: Viana - Barcelos – Braga - Bragança
- N 104: Vilarinho - Santo Tirso
- N 108: Mesão Frio - Peso da Regua
- N 109: Aveiro - Porto
- N 201: Braga - São Pedro da Torre
- N 202: Viana do Castelo - Ponte de Lima
- N 203: Ponte de Lima - Fronteira (Lindoso)
- N 204: Ponte de Lima - Vila Nova de Famalicão

- N 205: Barqueiros - Braga
- N 206: Vila do Conde - Vila Pouca de Aguiar
- N 228: Castro Daire - IP 5
- N 305: Vila Praia de Âncora - Lanheses

Também se consideraram todas as estradas de menor ordem necessárias à capacidade de ligação da rede, junto de uma rede viária básica de circunvalação e penetração no Porto.

As zonas consideradas foram as 43 especificadas a seguir:

#### **Distrito de Viana do Castelo**

- 1 Valença
- 2 Monção-Melgaço
- 3 Vila Nova de Cerveira 4 Paredes de Coura
- 5 Arcos de Valdevez-Ponte da Barca 6 Caminha
- 7 Viana do Castelo 8 Ponte de Lima

#### **Distrito de Braga**

- 9 Vila Verde
- 10 Amares- Terras do Bouro 11 Esposende 12 Barcelos 13 Braga
- 14 Póvoa de Lanhoso-Vieira do Minho 15 Vila Nova de Famalicão 16 Guimarães
- 17 Fafe-Cabeceiras de Basto-Celorico de Basto

#### **Distrito de Porto**

- 18 Póvoa de Varzim
- 19 Vila do Conde (costa)
- 20 Vila do Conde (interior) 21 Santo Tirso
- 22 Felgueiras - Paços de Ferreira - Lousada 23 Amarante
- 24 Matosinhos 25 Maia
- 26 Valongo - Gondomar

27 Paredes – Penafiel - Marco de Canaveses - Baião

28 Porto

29 Vila Nova de Gaia

### **Distrito de Vila Real**

30 Montalegre - Boticas-Chaves

31 Ribeira de Pena - Vila Pouca de Aguiar - Valpaços

32 Mondim de Basto - Vila Real – Sabrosa – Murça – Alijó - Mesão Frio – Régua - Sta. Marta de Penaguião

### **Resto de Zonas**

33 Distrito de Bragança 34 Distrito de Aveiro 35 Distrito de Viseu

36 Distrito de Guarda

37 Distrito de Castelo Branco

38 Distritos de Coimbra – Leiria – Santarém – Lisboa - Setúbal 39 Distritos de Portalegre, Évora, Beja, Faro 40 Espanha Noroeste (Galiza costa)

41 Espanha Noroeste (Galiza interior)

42 Espanha Leste - Europa

43 Espanha Centro - Sul

## **2. MODELIZAÇÃO DA REDE**

Modelizou-se a rede seleccionada, caracterizando convenientemente os arcos e os nós, utilizando o suporte lógico Oview especificamente concebido para a análise e a avaliação de redes de transporte.

O Qview é um conjunto de programas que permitem a construção e a modelização de redes de tráfego. Foi concebido para aproveitar as vantagens gráficas dos PC's. As operações como a modelização de tráfego, como são a construção e a modelização, podem ser realizadas de forma interactiva.

O Qview inclui os seguintes módulos o programas: QVNET Usa-se para criar ou editar redes de transporte. Permite acrescentar novos lanços, modificar os seus atributos, como são a velocidade, o comprimento, a classe e o índice. Quanto às intersecções estas podem ser seleccionadas dependendo do tipo: rotundas, semaforizadas ou prioridade. Toda a informação é mostrada de forma gráfica e numérica.

### **QJASN**

Usa-se para realizar as cargas da rede baseando-se numa matriz de O/D. As atribuições podem ser efectuadas por um simples "tudo ou nada" ou com restrição de capacidade. Os tipos de atribuições são: Burrel. Incremento, estilo JAM, Equilíbrio e BPR. As cargas podem efectuar-se além disso na base do tempo, da distância ou do custo, usando inclusive pré-cargas ou percentagens da matriz.

### **OJSEL**

A sua função é delimitar áreas de estudo, saber que veículos utilizam um itinerário, ou calcular novas redes e matrizes. Todas as atribuições que se efectuam com qjssel incluem intersecções dinâmicas e cálculo das demoras.

### **QVCOM**

Utiliza-se para comparar redes de tráfego e conhecer as diferenças entre ambas. Mostra informação quer dos fluxos nos lanços quer das demoras nas intersecções.

### **QCOUNT**

Utiliza-se para a introdução de contagens sobre uma rede de tráfego e armazená-las numa base de dados junto dos valores calculados pelo programa e um índice de variação. Realiza de forma automática a consistência das contagens.

### **OMEST**

É usado para fazer a estimativa de uma matriz de viagens, baseada numa rede de tráfego e de medições nos lanços. Pode obter uma matriz a partir de umas medições e da população.

### **OJAG**

Este programa permite mostrar de uma maneira gráfica as demoras, capacidades, fluxos de saturação, bichas, etc., que se produzem nas intersecções.

No caso do presente trabalho calibrou-se a atribuição a partir da variável custo com restrição de capacidade. A variável custo foi construída a partir de comprimentos e tempos de percurso, incluindo o custo da portagem nos lanços correspondentes.

## **3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ACTUAL**

### **3.1. DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE**

Realizou-se uma minuciosa análise da informação disponível por parte da JAE (medições de estrada, planos previstos, etc.) bem como daquela elaborada para outros estudos de concessões SCUT com possível influência na área de estudo (Grande Porto, Viana do Castelo - Ponte da Barca, Costa da Prata, Concessão Norte).

### **3.2. AJUSTE DE UM MODELO INICIAL DE GRAVIDADE**

Antes da realização do trabalho de campo, ajustou-se um modelo de gravidade baseado na variável população, utilizando o suporte lógico Qview, para estimar uma matriz de viagens que reproduzisse as cargas na rede correspondentes às medições disponíveis.

### **3.3. TRABALHO DE CAMPO E DADOS DE TRÁFEGO**

Para a análise do tráfego actual na área de estudo construiu-se uma matriz de viagens apoiada em quatro fontes de informação.

- Matriz de viagens obtida no estudo da concessão SCUT Costa da Prata
- Matriz de viagens obtida no estudo da concessão SCUT Grande Porto;
- Matriz de viagens obtida pela JAE no estudo de rentabilidade do lanço Viana do Castelo - Ponte da Barca;
- Campanha de contagens de tráfego realizada no mês de Junho nas estradas IC1 , EN 13 e EN202 entre o Porto e Caminha (consultar a figura 3.1).

As contagens foram realizadas nos seguintes pontos:

Quadro 3.1 – Pontos de contagem de tráfego realizada em Junho de 1999

Ponto	Estrada	Localização
7	N13	pk 89+000
8	N13	pk 75+500
9	IC1	pk 13+000
10	N13	pk 46+400
11	IC1	pk 350+300
12	IC1	pk 334+000
13	IC1	pk 323+300
14	N13	pk 11+000
15	N202	pk 13+000

A contagem realizou-se manualmente utilizando máquinas de recolha directa de dados em suporte magnético, tendo sido desenhados também uns impressos de apontamento manual, para o caso de incidências.

A contagem realizou-se durante o período de 08:00-20:00 h de um dia de trabalho normal. No ponto 10 realizou-se além disso uma contagem automática durante 7 dias na terceira semana de Junho.

Distinguiram-se as seguintes categorias de veículos: Ligeiros e Pesados

Um resumo dos resultados obtidos na contagem é o seguinte:

Quadro 3.2 – Resumo dos resultados das contagens

Estrada	Ponto	Contagem			TMD 1999		
		Ligeiros	Pesados	Total	Ligeiros	Pesados	Total
N13	7	10.440	1.580	120.020	14.565	2.205	16.770
	8	13.094	1.713	14.807	182.268	2.391	20.659
	10	6.876	730	7.606	9.593	1.018	10.611
	14	10.784	1.048	11.832	15.044	1.462	16.506
IC1	9	9.392	1.739	11.131	13.544	2.507	16.051
	11	10.590	2.017	12.607	13.785	2.626	16.411
	12	29.926	5.323	35.249	38.132	6.783	44.915
	13	27.728	4.427	32.215	39.723	6.428	46.151
N202	15	5.766	350	6.116	8.044	488	8.532



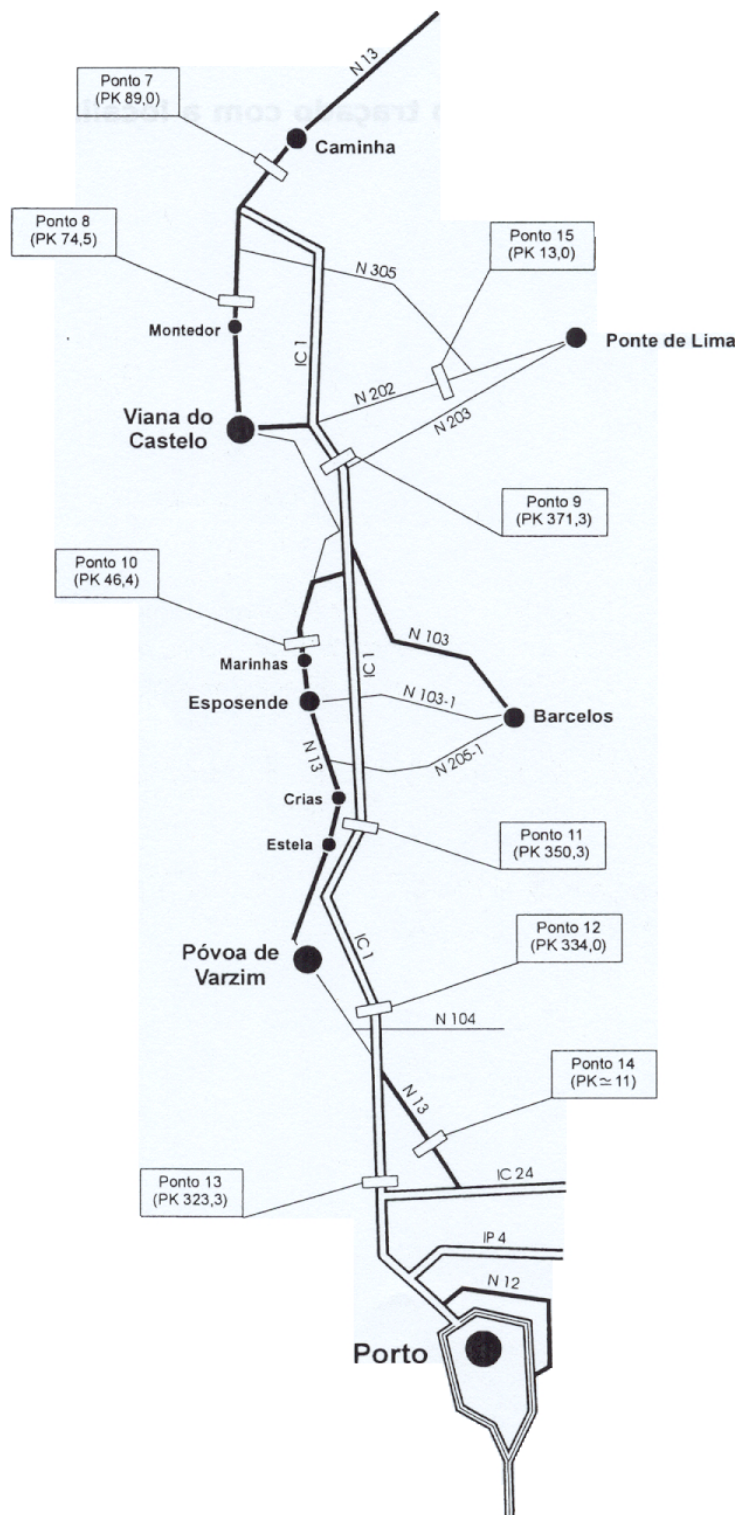


Figura 3.1 – Pontos de contagem de tráfego

Os valores de TMDA foram calculados a partir dos valores registadas na contagem semanal e das distribuições mensais das estações permanentes da JAE no corredor.

Além da campanha de contagem realizou-se uma medição dos tempos de percurso e das velocidades de circulação nos diversos lanços da rede objecto do estudo.

### **3.4. CÁLCULO DA MATRIZ DE VIAGENS ACTUAL**

Para a obtenção da matriz actual de viagens procedeu-se da seguinte maneira:

- Dispunha-se de três matrizes prévias, as correspondentes aos estudos de tráfego do lanço Viana do Castelo - Ponte da Barca e das concessões Scut da Costa da Prata e do Grande Porto. O primeiro passo foi adaptar essas matrizes ao zonamento utilizado neste estudo, e actualizá-las para o ano 1999 a partir das taxas de crescimento analisadas no estudo de previsão da procura.
- Em seguida, as três matrizes foram unidas numa única matriz, tomando em conta, para as relações que apareciam em mais de uma matriz, a fiabilidade do dado, baseada na sua relevância para o estudo em questão e nos pontos de inquérito utilizados no mesmo.
- Foi atribuída a matriz para verificar as cargas da rede.
- Naqueles pontos em que o tráfego de agitação não era bem reproduzido pela matriz de inquérito, foram estimadas umas relações de tráfego suplementares calculadas a partir do modelo de gravidade antes mencionado.
- Utilizando o módulo QMEST do Oview, calculou-se uma matriz completa de viagens a partir das contagens realizadas para este trabalho e dos pontos de contagem da JAE. Esta matriz foi contrastada com a matriz obtida anteriormente e foi utilizada para completar algumas relações entre zonas para as que faltavam dados.

- Finalmente, obteve-se uma matriz de viagens completa (ligeiros e pesados) que reproduz correctamente as cargas medidas na rede.

## 4. SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

### 4.1. CENÁRIOS DE REDE CONSIDERADOS

Os cenários de rede tomados em consideração foram:

Quadro 4.1 – Cenários de rede considerados

Ano	Rede
1999	Rede Actual
2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído o lanço Viana do Castelo-Nogueira na IP 9 (Scut do Norte Litoral).</li> <li>- Construído o lanço Porto-Miramar na IC 1 (Scut Costa da Prata). Construído o lanço Póvoa de Varzim - Vila Nova Famalicão na IC- 5, o lanço IC 1-Braga na IC 14 e o lanço Braga - Guimarães na A 11 (Scut Norte).</li> <li>- Construídos os lanços Peso da Régua-Vila Real e Vila Real- Fronteira na IP 3 (Scut Interior Norte)</li> <li>- Construído o lanço Matosinhos - A3 na IP 4 (Scut Grande-Porto).</li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construído o lanço Nogueira-Estorãos na IP 9 (Scut do Norte Litoral).</li> <li>- Construído o lanço Miramar-Aveiro na IC 1 (Scut Costa da Prata) Construído o lanço Viseu-Bigorne en Ia IP 3 (Scut Interior Norte).</li> </ul>
2004	Rede completa

## 4.2. SIMULAÇÃO DO HORIZONTE 1999

Simulou-se, em primeiro lugar, o horizonte 1999 nas redes actual e prevista para o ano 2004.

Para o contraste com a situação actual foram tomadas em conta as contagens de tráfego disponíveis nos diversos lanços das estradas IC1 e EN13, entre o Porto e Caminha, bem como na EN202 entre Viana do Castelo e Ponte de Lima. Em nenhum dos pontos de controlo estabelecidos observam-se diferenças superiores a 3% do tráfego diário.

## 4.3. CÁLCULO DAS MATRIZES FUTURAS

Aplicando as taxas de crescimento obtidas da análise socio-económica realizada obtiveram-se as matrizes de viagens nos diversos horizontes considerados, nas seguintes hipóteses:

Tipo de Tráfego	
Metropolitano (Porto)	Ligeiros
	Pesados
Regional	Ligeiros
	Pesados
Nacional e Internacional	Ligeiros
	Pesados

Definição de tipos de tráfegos:

**Metropolitano:** Todos os tráfegos internos á volta do Porto (zonas 18 a 21' 24 a 26, 28 e 29).

**Regional:** Todos os tráfegos não metropolitanos internos ao corredor em estudo (zonas 1 a 9, 11 a 13 e 15).

**Nacional e Internacional:** Resto dos tráfegos

#### **4.4. ATRIBUIÇÃO AOS DIVERSOS CENÁRIOS DE REDE E HORIZONTES DE ESTUDO**

Atribuindo as matrizes de viagens dos diversos horizontes aos diferentes cenários de rede obtêm-se as cargas nos lanços e os gráficos de TMD que se podem observar nas folhas anexas.

Nos resultados das atribuições observa-se que a concessão pode ser descomposta claramente em dois lanços: o lanço Porto - Póvoa, com um tráfego de carácter metropolitano, e o resto da concessão, com uns níveis de tráfego muito mais baixos.

### **5. CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DO TRÁFEGO PREVISTO**

#### **5.1. ABORDAGEM E MÉTODO DE TRABALHO**

##### **Objectivo**

O objectivo desta parte do estudo consiste na obtenção de uma distribuição de probabilidade da variável "veículos-km equivalentes durante a vida económica do projecto", como variável mais característica da procura e receitas da exploração.

##### **Dados de partida**

Para isso parte-se das previsões de evolução dos tráfegos, que proporcionam uma taxa de crescimento de acordo com quatro dimensões diferentes:

- Ano - Cada um dos anos do período 1999-2030;
- Tipo de tráfego – Metropolitano, Regional, Nacional e Internacional;
- Tipo de veículo - Ligeiro Pesado;

- Tipo de hipótese - Média Optimista Pessimista.

### **Distribuições elementares de probabilidade**

A partir do tipo de hipótese construiu-se uma função de densidade elementar para as previsões de evolução do tráfego em cada uma das outras três dimensões consideradas (ano, tipo de tráfego e tipo de veículo).

À previsão normal foi-lhe atribuída uma probabilidade de 60% e às previsões optimista e pessimista 20% a cada uma.

Tomando os coeficientes de crescimento em cada uma das três hipóteses como pontos médios do intervalo de variação da variável aleatória e considerando as probabilidades anteriores associadas aos referidos intervalos, obtém-se uma distribuição constituída por três lanços de densidade uniforme, de 20%, 60% e 20% de probabilidade, respectivamente.

### **Cálculos aleatórios do índice de referência**

A partir destas distribuições elementares seleccionaram-se ao acaso 8.000 séries de factores anuais de crescimento do tráfego para cada uma das 6 combinações de tráfego - veículo consideradas.

Deste modo obtiveram-se 8.000 séries de matrizes de viagens (ligeiros e pesados) que foram atribuídas aos diferentes cenários de rede, até obter 8.000 valores do indicador "veículos-km equivalentes acumulados no ano 2029".

Isso permitiu construir uma tabela de frequências e aproximar a função de densidade do referido indicador tomado como variável aleatória.

### Dependência entre os factores de crescimento de cada série

Embora se tenham obtido 192 (6x32) distribuições elementares de probabilidade para a selecção aleatória das 8.000 séries de crescimento anual do tráfego, as 192 variáveis elementares não são independentes umas das outras, senão que, pelo contrário, mantêm uma clara relação de dependência estatística.

Com efeito, tanto para um mesmo tipo de tráfego em cada um dos 32 anos da série, como para cada tipo de tráfego num mesmo ano da série, cada um dos factores de evolução do tráfego depende do anterior. já que o facto de que a um certo tráfego um certo ano lhe seja atribuído um crescimento determinado condiciona o crescimento nesse mesmo ano dos demais tipos de tráfegos e o crescimento no ano seguinte do tráfego considerado.

Esta relação de dependência estatística foi exprimida em termos de probabilidade tal como se indica a seguir:

Crescimento i	Crescimento i+1	
	Crescimento	Probabilidade (%)
Normal	Normal	70
	Optimista	15
	Pessimista	15
Optimista	Pessimista	70
	Normal	30
Pessimista	Pessimista	70
	Normal	30

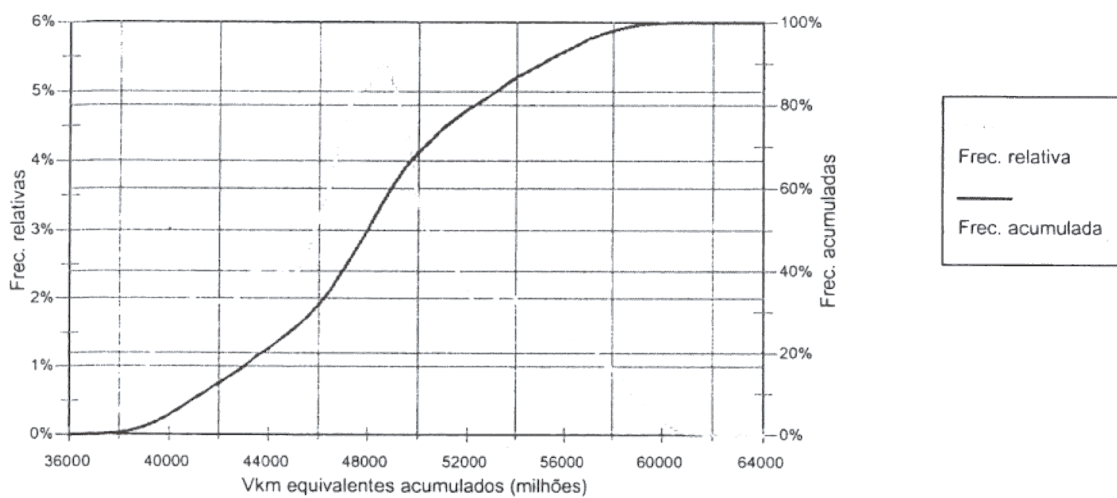
## 5.2. RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com o procedimento descrito calcularam-se 8.000 valores do indicador "milhões de veículos-km equivalentes acumulados no ano 2029" com os seguintes resultados:

### Caracterização da distribuição

<b>Valor médio</b>	48.579
<b>Desvio Típico</b>	4.848,7
<b>Classe</b>	25.046
<b>Máximo</b>	62.184
<b>Mínimo</b>	37.137
<b>Percentagens</b>	
<b>5 %</b>	40.555
<b>25 %</b>	45.528
<b>50 %</b>	48.506
<b>75 %</b>	51.623
<b>95 %</b>	57.176

### Representação gráfica







### Intervalo de confiança

Intervalo de confiança	Definição do intervalo	
80%	41.847	55.523
85%	41.118	56.266
90%	40.555	57.176
95%	39.756	58.270
95%	38.575	59.628