

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**  
Faculdade de Economia

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
Instituto Superior de Economia e Gestão

**MESTRADO EM CIÊNCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS**

**UM MODELO DE PROCURA DE TRANSPORTE PÚBLICO  
RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS.  
APLICAÇÃO A PORTUGAL E À REGIÃO DO ALGARVE**

**Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
Económicas e Empresariais**

**CANDIDATO:**

**Vitor Fernando Rosa Teixeira**

**ORIENTADORES:**

**Prof. Doutor Fernando José e Nunes da Silva (IST – UTL)**

**Prof. Doutor Paulo Manuel Marques Rodrigues (FE – UAL)**

**Agosto de 2002**





**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**  
Faculdade de Economia

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
Instituto Superior de Economia e Gestão

**MESTRADO EM CIÊNCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS**

**UM MODELO DE PROCURA DE TRANSPORTE PÚBLICO  
RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS.  
APLICAÇÃO A PORTUGAL E À REGIÃO DO ALGARVE**

**Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
Económicas e Empresariais**

**CANDIDATO:**

**Vitor Fernando Rosa Teixeira**

**ORIENTADORES:**

**Prof. Doutor Fernando José e Nunes da Silva (IST – UTL)**

**Prof. Doutor Paulo Manuel Marques Rodrigues (FE – UAL)**

**Agosto de 2002**

UNIVERSIDADE DO ALCARNE	
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO	
26/02/04	53927
65	
TEI*Mod	

3233T,

1

## ÍNDICE DE QUADROS

2.1	Consumo de Energia Final por Sector	18
2.2	Consumo de Energia Final no Sector dos Transportes	20
3.1	Programação Financeira por medida da IOT	33
3.2	Investimento elegível aprovado no âmbito da IOT	34
3.3	Tráfego Médio Diário Anual – Algarve (Automóveis Ligeiros	53
4.1	Indicadores Demográficos	62
4.2	Evolução do VAB por Sector de Actividade, do PIB e do PIB per Capita no Algarve – década de 90	65
4.3	Indicadores de Emprego no Algarve – Evolução na década de 90	67
4.4	Capacidade de Alojamento e Dormidas de Residentes no Estrangeiro	69
4.5	Evolução da Capacidade de Alojamento e das Dormidas por tipo de Alojamento no Algarve – década de 90	70
7.1	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo I – Continente	121
7.2	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo II – Continente	123
7.3	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo III – Continente	124
7.4	Testes para autocorrelação de 1ª ordem de Durbin-Watson - Continente	126
7.5	Testes para autocorrelação de 1ª ordem de Breuch-Godfrey - Continente	128
7.6	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo I – Algarve	133
7.7	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo II – Algarve	134
7.8	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo III – Algarve	136

7.9	Testes para autocorrelação de 1ª ordem de Durbin-Watson - Continente	139
7.10	Testes para autocorrelação de 1ª ordem de Breuch-Godfrey - Continente	140
7.11	Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários dos Modelos Finais para o Continente e para o Algarve	144

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

2.1	Evolução da Estrutura de Consumo de Energia Final	15
2.2	Evolução da Intensidade Energética Final	16
2.3	Taxa Média de Variação Anual	16
2.4	Evolução da Intensidade Energética por Habitante	17
2.5	Evolução do Consumo Total de Energia Final por Sector de Actividade	18
2.6	Estrutura dos Transportes Terrestres	21
3.1	Evolução da Taxa de Motorização (Continente)	40
3.2	Venda de Combustíveis (Sector dos Transportes)	40
3.3	Sinistralidade na Europa em 1993	42
3.4	Evolução da Sinistralidade em Portugal	42
3.5	Evolução da Sinistralidade/Consumo de Combustível	43
4.1	Evolução da Taxa de Ocupação por Cama no Algarve – 90 a 98	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

3.1 Rede Rodoviária Nacional – PRN2000	38
3.2 Rede Ferroviária Nacional	46
3.3 Referências de Acessibilidade ao Algarve	49
5.1 Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Tradicional a Quatro Etapas	80
5.2 Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Conectado com o Uso do Solo	86
5.2 Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Integrado com o Uso do Solo	90

## RESUMO

O presente trabalho tem como objectivo geral contribuir para a compreensão dos factores que influenciam a procura de transporte público rodoviário de passageiros no Continente português em geral e na região do Algarve em particular. O desenvolvimento de modelos que sustentam a análise e possibilitam a previsão da procura em função de diferentes cenários de contexto sócio-económico tem por base a técnica da regressão linear múltipla. Através de ajustamentos sucessivos determinou-se a formulação que garante, em cada situação, a melhor especificação possível face à informação base de partida.

A particularidade destes modelos tem a ver com a selecção das variáveis explicativas que, obedecendo à exigência de não serem controladas pela actividade de transporte em estudo, fornecem suficiente evidência de influenciar a geração/atracção de deslocações. Sendo modelos conceptualmente distintos dos mais usualmente utilizados para determinar o volume de deslocações para um determinado espaço, desde os tradicionais a quatro etapas até aos modelos de transporte integrados com o uso do solo, apresentam uma finalidade comum: facultar a possibilidade aos decisores de puderem agir sustentados em instrumentos que reflectem parte da realidade económica e social.

Quando completamente formulados estes modelos poderão contribuir para a clarificação do relacionamento entre a actividade dos transportes e os domínios de intervenção exteriores que com esta demonstrem interacção, bem como proporcionar a avaliação dos impactos induzidos no fluxo de passageiros em transporte público rodoviário pelos indicadores representantes daquelas realidades.

**Palavras-chave:** Transporte público rodoviário de passageiros, Procura de transportes, Modelos de procura de transportes, Regressão linear múltipla, Contexto sócio económico, Transportes e ambiente.

## ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to offer an understanding of the factors that influence demand of public road transportation in Continental Portugal as a whole and the region of Algarve, in particular. The development of models used to analyse and forecast different socio-economic contexts is based on the technique of multiple linear regression. Through repeated model testing, a criteria for each context ultimately established that ensures better specification when essential departure data is considered.

These models hold a specific feature that involves a selection of explanatory variables that, in an uncontrolled environment, explain the outset/attraction of commuting. In dealing with models that are conceptually distinct from those more commonly adopted when determining the commuting volume of specific locations, whether considering conventional four-step transport models or integrated urban land use-transport models, a common purpose can be established: to provide decision makers with appropriate tools able to reflect economic and social realities.

Once defined, the models proposed can shed light on the interactive relationship between transportation and external effects, as well as, be a means of assessing induced impacts in public transportation passenger flow based on representative indicators.

**KEYWORDS:** Public passenger road transportation, Transport demand, Transport demand models, Multiple linear regression, Socio-economic context, Transport and environment.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho só foi possível graças à contribuição de diversas pessoas às quais quero deixar expresso os meus agradecimentos.

Ao Professor Doutor Fernando Nunes da Silva por ter aceite ser orientador deste trabalho, pela disponibilidade sempre demonstrada no acompanhamento e na orientação científica, pela frontalidade que manifestou no apontar de críticas e pela transmissão dos muitos ensinamentos sem os quais esta tese não teria sido possível.

Ao Professor Doutor Paulo Manuel Marques Rodrigues, co-orientador deste trabalho, de quem sou devedor de todo o empenho que colocou no acompanhamento da elaboração desta tese, pelos seus comentários e importantes sugestões, pelo tempo dispendido na revisão de diversos capítulos da dissertação e pelo permanente incentivo no prosseguimento do trabalho.

Ao meu amigo e colega Professor Coordenador António Machado, a demonstração do meu profundo reconhecimento pelas palavras de encorajamento e a sua inestimável experiência, em particular nos momentos mais críticos que naturalmente ocorreram no decurso da elaboração deste trabalho.

Ao amigo de sempre, Dr. Fernando Narciso dirijo um agradecimento muito especial pelas incontáveis conversas, troca de ideias, e pela presença constante desde o primeiro momento em que decorreu a longa “caminhada” do mestrado, inextinguível estímulo para a minha vontade de prosseguir e sobretudo para o acreditar que era possível completar tarefa tão estimulante.

Um agradecimento para os meus colegas da Escola Superior de Gestão Hotelaria e Turismo da Universidade do Algarve, em particular aos do Núcleo de Métodos Quantitativos, a quem, nas pessoas das Professora Doutora Margarida de Jesus e Mestre Margarida Viegas, quero deixar o meu testemunho de gratidão pelas palavras de apoio e confiança, que ao longo do tempo de elaboração deste estudo constituíram um estímulo permanente que reforçou a minha perseverança.

O meu último agradecimento e expressão final do meu mais sentido reconhecimento dirige-se à Odete, minha mulher, e à Susana, ao Rodrigo e à Catarina, meus filhos, pela compreensão que revelaram e pela infinita paciência que demonstraram durante o período de desenvolvimento deste trabalho.

“Só o espírito que se interroga é capaz de aprender” (Krishnamurti, J, 1998, in Metodologia Científica, Azevedo, Carlos A. Moreira *et al.*, 4ª edição, Porto, 1998, pag. 15)

## PREÂMBULO

A escolha do tema para a presente Dissertação de Mestrado, contrariamente ao que creio ser habitual, não resultou de um processo de profunda reflexão, antes teve origem nas actividades por mim desempenhadas enquanto frequentei a parte curricular do curso.

Na altura, para além de assumir a Direcção de Planeamento da principal empresa de transportes públicos rodoviários de passageiros no Algarve – a Eva Transportes, S.A. – exercia igualmente funções docentes na Área dos Métodos Quantitativos na Escola Superior de Hotelaria e Turismo, da Universidade do Algarve.

Esta conjuntura, aliada às funções de planeamento que em época própria ocorriam e anualmente se repetiam, levaram-me a materializar a ideia de que as dúvidas que então se colocavam nas reuniões preparatórias para elaboração do Plano Anual da Empresa, e que normalmente se centravam no relacionamento futuro da actividade da empresa com o evoluir económico da região, com o número de alunos abrangidos pelo sistema de ensino secundário, com o desenvolvimento da actividade turística no Algarve, com a taxa de motorização, entre muitos outros indicadores e aspectos que se entendia estarem correlacionados com a actividade da empresa, eventualmente poderiam e deveriam ter um tratamento mais rigoroso, muito para além da simples observação de algumas séries de dados. Analisada a situação de um modo mais aprofundado, equacionei a possibilidade de conceber um modelo que respondesse àquelas questões, que mais não são que variáveis que podem explicar a evolução da procura de transportes.

Os conhecimentos adquiridos ao longo da parte curricular do curso, associados com uma natural aptência justificada pela minha área de docência, e pela questão mais geral do interesse pela modelação em si mesma, constituíram a envolvente determinante para que a Dissertação tivesse o enquadramento referido no título. Mas para além dos objectivos próprios de aprofundamento do tema, procurava igualmente razões que evitassem, nas referidas reuniões de Plano, diálogos inconsequentes, e muitas vezes até perigosos por não se sustentarem em tratamento e análise com base científica, mas antes em opiniões que encontravam razão apenas na experiência passada. Para um mundo em constante mutação, obviamente que as minhas preocupações teriam que ser crescentes.

Finalmente, e por detrás de toda esta justificação, a circunstância de a minha área de licenciatura nada ter a ver com os Transportes, os mais de 18 anos passados em empresas deste sector de actividade, sempre criou em mim, face às diferentes áreas onde exerci funções, a ideia que o meu desempenho se havia apoiado e naturalmente marcado por algum tipo de “auto-dictatismo”, circunstância que espero poder vir a suprir com o desenvolvimento e conclusão desta Dissertação. Naturalmente que nada tenho contra os auto-didactas, pelo contrário, até porque em determinadas épocas tiveram o seu papel na sociedade, mas pessoalmente e porque a característica de docente, que desde muito cedo abracei, e que sempre criou em mim uma postura de grande respeito e seriedade para com os alunos, forneceu-me a razão para querer ultrapassar aquele estatuto. Ou dizendo de outra maneira, professor que não se questione perante casos concretos, sendo possuidor de instrumentos que os consigam resolver, ou pelo menos, melhor responder às dúvidas que a sociedade sobre eles nos coloca, recorrendo a métodos e técnicas apoiadas em bases científicas, a meu ver, não cumpre um dos seus principais papéis – investigar.

## ÍNDICE

<b>Índice de Quadros</b>	<b>i</b>
<b>Índice de Gráficos</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>iv</b>
<b>Resumo</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vi</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>vii</b>
<b>Preâmbulo</b>	<b>viii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Enquadramento do Problema</b>	<b>7</b>
2.1 Introdução -----	7
2.2 Transportes e Desenvolvimento Regional -----	9
2.3 Transportes e Ambiente -----	13
2.4 Conceitos da Área dos Transportes-----	25
<b>3 Caracterização do Sector dos Transportes</b>	<b>31</b>
3.1 Em Portugal-----	31
3.1.1 Aspectos Gerais -----	31
3.1.2 Transporte Rodoviário -----	36
3.1.3 Transporte Ferroviário-----	45
3.2 No Algarve -----	48
3.2.1 Aspectos Gerais -----	48
3.2.2 Infra-Estruturas -----	48
3.2.3 Situação Actual dos Transportes Colectivos de Passageiros no Algarve -	51
3.2.3.1 Ligações Nacionais -----	51
3.2.3.1.1 Transporte Individual -----	51
3.2.3.1.2 Transporte Colectivo Rodoviário -----	53
3.2.3.1.3 Transporte Colectivo Ferroviário-----	54

3.2.3.2	Ligações Regionais -----	55
3.2.3.2.1	Transporte Individual -----	55
3.2.3.2.2	Transporte Colectivo Rodoviário -----	55
3.2.3.2.3	Transporte Colectivo Ferroviário-----	56
3.2.4	Diagnóstico Síntese-----	57
<b>4</b>	<b>Caracterização do Algarve</b>	<b>60</b>
4.1	Introdução -----	60
4.2	Situação geográfica -----	60
4.3	Situação Demográfica -----	61
4.4	Estrutura e Especialização Produtiva-----	63
4.5	Estrutura do Emprego -----	66
4.6	Ocupação do Território-----	72
<b>5</b>	<b>Modelos de Procura de Transporte</b>	<b>74</b>
5.1	Introdução -----	74
5.2	Evolução da modelação da procura de transportes -----	76
5.3	Breve caracterização dos principais modelos de procura de transportes -----	79
5.3.1	Modelo Tradicional a quatro etapas -----	79
5.3.2	Modelo Comportamental-----	83
5.3.3	Modelo de Transporte Conectado com o Uso do Solo-----	85
5.3.4	Modelo de Transporte Integrado com o Uso do Solo-----	88
<b>6</b>	<b>Enquadramento Metodológico e Objectivos</b>	<b>95</b>
6.1	Introdução -----	95
6.2	Objectivos do trabalho-----	97
6.3	Metodologia-----	98
6.4	Os dados -----	99
6.5	O modelo básico-----	99
6.6	Estimação dos Parâmetros do modelo-----	102
6.7	Hipóteses Clássicas do modelo-----	104
6.8	Medida de Qualidade do Ajustamento -----	106
6.9	Inferência Estatística no Modelo de Regressão Linear Múltipla -----	108
6.10	Violação das Hipóteses Clássicas do Modelo-----	110

6.11 Testes de má especificação do modelo -----	111
6.11.1 Testes à Autocorrelação dos resíduos -----	112
6.11.1.1 Teste de Durbin-Watson -----	112
6.11.1.2 Teste LM -----	114
6.11.2 Testes à Heteroscedasticidade -----	115
6.11.2.1 Teste de Breusch-Pagan -----	115
6.11.2.2 Teste de White -----	116
<b>7 Formulação dos Modelos</b>	<b>118</b>
7.1 Introdução -----	118
7.2.1 Modelo para o Continente -----	120
7.2.1.1 Testes à Autocorrelação dos resíduos -----	125
7.2.1.1.1 Teste de Durbin-Watson -----	126
7.2.1.1.2 Teste LM de Breusch-Godfrey -----	127
7.2.1.2 Testes à Heteroscedasticidade dos resíduos -----	129
7.2.1.2.1 Teste de White -----	129
7.2.1.2.2 Teste LM de Breusch-Pagan -----	130
7.2.2 Modelo para o Algarve -----	131
7.2.2.1 Testes à Autocorrelação dos resíduos -----	138
7.2.2.1.1 Teste de Durbin-Watson -----	138
7.2.2.1.2 Teste LM de Breusch-Godfrey -----	140
7.2.2.2 Testes à Heteroscedasticidade dos resíduos -----	141
7.2.2.2.1 Teste de White -----	141
7.2.2.2.2 Teste LM de Breusch-Pagan -----	142
7.3 Síntese de resultados -----	143
<b>8 Conclusões e Futuros Desenvolvimentos</b>	<b>146</b>
<b>Anexo</b>	<b>152</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>155</b>

# *CAPÍTULO 1*

## **INTRODUÇÃO**

---

A principal missão dos transportes é assegurar a ligação entre as diferentes actividades que se processam nos espaços geográficos que servem. É hoje pacificamente aceite que o sistema de transportes é factor preponderante no crescimento dos países e no desenvolvimento das regiões.

O desenvolvimento regional tem implícita a noção de articulação entre múltiplas funções, revelando-se o papel dos transportes como garante da acessibilidade em condições de igualdade para a população espacialmente distribuída. Por outro lado, a especialização funcional dos espaços só se torna possível e convenientemente actuante se a mobilidade estiver assegurada, o que exige uma infra-estrutura que contemple a articulação entre as diferentes áreas (Salgueiro, 1988). Assim, o sistema viário e os transportes constituem estruturas básicas que, ao possibilitarem a movimentação de pessoas e bens, desempenham um papel de consolidação na organização espacial dos territórios.

Todavia, e em certas situações, verifica-se que o desenvolvimento deste sector provoca ou acentua desequilíbrios já existentes. Sempre que o planeamento dos transportes não é integrado nos planos e objectivos de ordenamento do território, a desarticulação impõe desaproveitamentos e determina congestionamentos com criação de conflitos de ocupação do solo.

A economia necessita dos transportes como factor impulsionador do progresso, assim como o homem se serve deles para garantir a satisfação das suas necessidades de mobilidade. Os transportes configuram uma “infra-estrutura” sem a qual não é possível o desenvolvimento (Button, 1993). Perante a realidade actual, e para evitar os estrangulamentos daqueles processos, mais importante que a sua própria existência, é a sua adequação permanente como estrutura de acompanhamento e controlo do próprio desenvolvimento.

Embora as referências atrás explicitadas envolvam um carácter muito geral, onde se salienta o papel dos transportes no desenvolvimento de um qualquer espaço com vida humana, naturalmente que associado com esse desejo de crescimento que lhe está implícito, outras preocupações e problemas se colocam, sendo de destacar, pela sua grande actualidade, as questões ambientais. Para que na realidade a sustentabilidade das acções a tomar levem em conta a necessidade de garantir um futuro que melhor sirva a todos, pensar e agir sobre os Transportes hoje, é matéria complexa mas possível de exercer a sua adequada contribuição se convenientemente articulada com os múltiplos aspectos que “preenchem” devidamente qualquer área em que se pretenda vida qualificada.

Perante o exposto, não pode deixar de merecer destaque particular a conveniente articulação entre as necessidades que diferentemente se colocam e a oferta que as satisfaz, não podendo ignorar-se que as instituições reguladoras e fiscalizadoras do sistema de transportes têm que, efectivamente, possuir a capacidade de exercer a sua acção, sob pena dos desequilíbrios, que por omissão se venham a criar, determinarem e acentuarem os desajustamentos e a não inversão da tendência de crescente interioridade e penalização do nível de vida.

Fundamentado de modo muito amplo os aspectos mais relevantes que enquadram o tema que serve de base à presente Dissertação, importa desde já antecipar como a mesma se organiza e desenvolve.

Na parte preliminar identificam-se as motivações que determinaram a escolha do tema. De entre elas, é importante deixar referência que a Dissertação, constituindo um momento de avaliação necessária para progressão da carreira, configura o motivo mais

forte para a decisão de elaborar o presente trabalho. Todavia há razões que estão para além deste tipo de “necessidade” e que se prendem com a sensação, para mim extremamente agradável e estimulante, de partir à descoberta de algo que suspeito, mas que de início não sei se irá confirmar-se.

No primeiro capítulo, dá-se enfoque à problemática dos Transportes, que aborda, de um modo geral, questões que importa serem reconhecidas como importantes para o tratamento do tema, e que assim, tendo a missão de servir de introdução, perspectivam alguns dos desenvolvimentos que se seguem nos capítulos seguintes.

O segundo capítulo, em si mesmo, abarca um conjunto diverso de aspectos, que de modo breve designarei de Enquadramento do Problema. Inicia-se com o reconhecimento que em geral não pode deixar de se observar a esta importante actividade, como uma das que se considera como determinantes do desenvolvimento, seja qual for o âmbito geográfico em que nos situemos. Os Transportes, enquanto actividade em si mesma, praticamente não se justificam, porque de facto só fazem sentido se contribuírem para que a sociedade em geral, e enquanto tal, seja uma realidade, e tanto mais realidade quantos mais seres incluir em partilha de oportunidades, senão iguais, pelo menos idênticas. Numa outra perspectiva, importa enquadrar o papel do sector no amplo domínio do ambiente e constatar a sua forte influência nos problemas existentes. Um terceiro ponto dentro deste capítulo, que designei genericamente por “Conceitos da Área de Transportes” trata da identificação e interpretação dos principais conceitos em torno dos quais se desenvolve o próprio trabalho. Constituindo uma parte que tem sempre justificação, e por isso obrigatório em qualquer documento desta natureza, creio, contudo, que para este, alguns dos conceitos aqui tratados, sendo de algum modo interpretados com algum grau de liberdade, por via de algum conhecimento empírico que muitas pessoas deles têm, valeria a pena desde logo deixar claro, como os mesmos devem ser entendidos no âmbito deste trabalho. Para o efeito, e sempre que se justifique, farei referências às diversas interpretações dadas por alguns autores, e no final, e na procura do tronco comum presente em cada uma daquelas, tento deixar clarificado o entendimento que o conceito em apreciação deve ter no âmbito desta Dissertação. Depois de passados em revista os principais conceitos caracterizadores da actividade de transportes, e não apenas da procura, tento identificar

variáveis que se relacionem com os diferentes motivos para viajar, acrescentando também outras variáveis, que para o objectivo em vista, não estando directamente relacionados com qualquer das motivações, parecem-me genericamente influenciadoras da actividade de transporte em análise.

No terceiro capítulo, procederei a uma caracterização muito geral do panorama dos Transportes no País e a sua evolução mais recente, particularizando, finalmente, para a região do Algarve. Esta individualização encontra justificação no facto da região do Algarve constituir um aspecto particular deste trabalho, razão que determinará um diferente aprofundamento de modo a que a perspectiva da actividade da região possa ficar registada de modo tão claro quanto possível.

Porque a região algarvia, como se referiu, constitui um caso particular relativamente ao estudo a levar a cabo, entendi dever incluir num outro capítulo isolado, o quarto, um conjunto diverso de aspectos caracterizadores, que não têm directamente a ver com os transportes, mas que abarcando realidades específicas da região, entre outras, de índole económica e social, naturalmente exercerão maior ou menor influência sobre a actividade de transportes.

No quinto capítulo, levarei a efeito uma caracterização dos diferentes tipos de modelos existentes, e, ainda que o grande foco da tese a elaborar se centre no domínio amplo da geração das viagens, as restantes componentes da grande generalidade dos modelos de procura de transportes, ou seja, a distribuição das viagens, a repartição modal ou ainda a afectação de tráfego, terão apreciação limitada consentânea. Procurarei apresentar os principais modelos nas suas vertentes mais relevantes e simultaneamente apresentar o conjunto de observações críticas, de um e outro sentido, que no final permita conduzir a um melhor entendimento sobre o interesse e as condições de aplicação de cada um deles.

No sexto capítulo serão então explicitados os objectivos a atingir com o presente trabalho, e apresentada a metodologia a seguir para a sua prossecução. Naturalmente que alguns dos aspectos atrás referenciados voltarão neste âmbito a ser novamente enquadrados, nomeadamente a questão das variáveis a utilizar, o modo de recolha dos dados e o período de abrangência do estudo. Do ponto de vista do modelo geral de

partida, enquadra-se a regressão múltipla como base de sustentação para os desenvolvimentos que em cada momento as diferentes variáveis permitirem. Para além da caracterização do modelo geral utilizado, e com vista à verificação dos pressupostos subjacentes utilização, aplicam-se alguns dos testes disponíveis e aconselhados para estudar a aplicabilidade de modelos com estas características (Johnston *et al.*, 2001). Em termos gerais os objectivos formulados têm em vista a construção de modelos de procura de transporte público rodoviário de passageiros, e com base na sua análise, e para cada um dos espaços geográficos estudados, identificar a diferente importância das variáveis explicativas utilizadas.

No sétimo capítulo passa-se à formulação concreta dos modelos com característica anual, sendo que numa primeira fase se objectivará a sua aplicação ao todo nacional. Depois de determinado e acertado o modelo para este espaço geográfico, particulariza-se para a região do Algarve, mas introduzindo explicitamente uma nova realidade. Assim, acrescenta-se mais uma componente – o turismo - traduzida em termos de introdução de uma ou mais variáveis, e que nesta região assume um papel decisivo em termos da sua economia e que, devido às suas características, se espera venha a exercer influência particular no modelo para a região algarvia. A fase de formulação pode claramente identificar-se como a parte prática de todo o trabalho, e porque não afirmá-lo, a mais expectante, face ao desconhecimento e correspondente trabalho de pesquisa sistemática na procura da resposta à questão de partida: com as variáveis escolhidas existirá um modelo de procura para o transporte rodoviário de passageiros na região do Algarve? Se sim, conseguem-se cumprir os objectivos atrás delineados? Da sua interpretação poderão extrair-se pistas para acções conducentes à melhoria do sistema de transportes que serve a Região?

O oitavo capítulo será dedicado às conclusões, esperando-se que algumas delas, pelo menos, possam constituir matéria de interesse para os diferentes tipos de actores com acção na actividade em análise e, em particular para os da região algarvia. Naturalmente que as conclusões deverão estar sustentadas nas respostas às perguntas anteriormente formuladas, que sendo positivas, terão que resultar necessariamente do confronto entre a realidade e os modelos determinados, e que determinarão, a seguir, o momento que corresponde à fase da sua aplicabilidade ao futuro.

Ainda neste capítulo, e face aos resultados obtidos e aos eventuais problemas que venham a surgir quer da aplicação do(s) modelo(s) bem como da metodologia seguida, far-se-ão algumas considerações quanto a futuros desenvolvimentos daqueles, procurando dar resposta a questões que o estudo em causa não equacionou, mas que no seu decurso, colocaram interrogações, que muito provavelmente sustentam capacidade intrínseca para justificar posteriores desenvolvimentos.

## *CAPÍTULO 2*

### **ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA**

---

#### **2.1. Introdução**

Os transportes públicos de passageiros e, em particular, o modo rodoviário, constituem uma das componentes do sistema de transportes que desempenhando um papel importante no domínio das deslocações geradas num qualquer espaço regional, exerce forte influência sobre a acessibilidade das pessoas a diferentes locais, nomeadamente de trabalho e de ensino. Apesar da sua importância, não se pode afirmar que a crescente mobilidade a que se vem assistindo, em parte associada ao aumento dos rendimentos, tenha com a procura daqueles uma relação de correspondência causal. Estudos mais recentes sobre o tráfego rodoviário (veja-se JAE, 1985 e 1990 e IEP 1995 e 1999) deixam bem vincado o crescente protagonismo do transporte individual, bem como evoluções diferenciadas no interior dos espaços regionais, que são função da importância dos pólos que neles se identificam.

Neste contexto, pesquisar relações entre a procura de transportes e um conjunto de variáveis exógenas à actividade (porque não directamente domináveis pela gestão da mesma) mas, ainda assim, com ela ligadas porque representativas das actividades que lhe dão origem (emprego, ensino, turismo), constitui o ponto de partida para o desenvolvimento do presente trabalho.

Apontando para a construção de um modelo, tem subjacente a expectativa de identificar um instrumento que possa servir para medir diversos comportamentos daquelas variáveis em diferentes regiões do país e, como tal, constatar que também ao nível dos transportes existem contrastes regionais. Igualmente é esperado que possa fornecer pistas mais precisas a quem tem a capacidade de agir e decidir, capacitando-os para uma actuação sobre as mesmas, de modo a que se possa esperar maior equilíbrio entre as diferentes regiões, mais uma vez com a intenção de poder conseguir-se contrariar as assimetrias existentes que, nalgumas situações, parecem persistir, sem vislumbre de tendência regressiva.

Ao longo do presente capítulo procede-se a uma abordagem diferenciada pelos dois grandes domínios em que a actividade dos transportes pode ser observada, a que se junta, na parte final, a clarificação dos conceitos considerados mais importantes no sentido estrito do tema. A primeira perspectiva pode ser entendida como o domínio de relação entre a actividade e o desenvolvimento regional, procurando-se colocar em destaque as dimensões que interferem com as condições e modos de vida das pessoas que habitam, trabalham e circulam nos diferentes espaços. A segunda envolvência prende-se com a realidade muito actual do ambiente a sua conexão com o sector dos transportes. Neste âmbito, as preocupações que se colocam no domínio ambiental, considerado em sentido lato, com tratamento aprofundado em Banister (1998) ou Madison *et al.* (1996), relevam a importância da actividade, que, por ser das mais conflituantes, justificam uma abordagem separada e mais ampla, de modo a melhor se perceber como poderá contribuir para a problemática do desenvolvimento sustentável. Neste sentido importa referir que aquelas preocupações, resultado das crescentes inter-relações entre o sector dos transportes e o ambiente, determinaram nas últimas décadas a realização de estudos por parte de várias organizações, nomeadamente pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e pela Conferência Europeia dos Ministros dos Transportes (CEMT). A partir do final dos anos oitenta, a extensão dos impactes do sector dos transportes começou a ganhar tal relevância que foi reconhecida a necessidade de se definir uma política integrada de ambiente e transportes (Silva *et al.* 1999).

## 2.2. Transportes e Desenvolvimento Regional

Qualquer análise que se relacione com o desenvolvimento regional não pode deixar de considerar o elemento humano como a sua primeira razão de ser, ou de forma mais pragmática, só faz sentido pensar em desenvolvimento regional, ou como diz Lopes (1987), apenas desenvolvimento, se na génese da sua caracterização o homem se situar como base fundamental, suporte ou essência do desenvolvimento. Todos os restantes elementos, materiais ou não, de natureza física, política, económica, demográfica, entre outros, constituem o conjunto de aspectos ou variáveis, que referenciando-se obrigatoriamente às pessoas, consubstanciam os instrumentos de intervenção capazes de fornecer expressão ao objectivo de desenvolvimento - organização espacial equilibrada. Sob esta concepção, sobrevém a necessidade de observar o espaço como variável multi-dimensional que deverá orientar-se no sentido da organização e integração de todos os factores que nele existem e interagem, visando a sua disponibilização para todos que com ele se relacionam e lhe dão substância. O aspecto económico é determinante, mas apenas um entre outros que deverão ser suporte de políticas específicas que concretizarão o percurso a trilhar até à usufruição plena de um estado de evolução social que se alicerce num generalizado e crescente grau de satisfação das populações. De acordo com Lopes (1987), embora a natureza do desenvolvimento seja predominantemente qualitativa, apoia-se necessariamente sobre aspectos quantitativos. E a operacionalização do conceito de desenvolvimento, necessária à avaliação dos seus níveis e estado, passa pelo recurso à noção de acesso (físico, económico e financeiro) das pessoas onde quer que vivam, aos bens e serviços e às oportunidades que lhes permitam satisfazer as suas necessidades básicas.

Dentro deste quadro conceptual, o desenvolvimento regional tem implícita a noção de articulação entre diferentes funções, revelando-se o papel dos transportes como garante da acessibilidade em condições de igualdade para a população espacialmente distribuída no seu interior. Por outro lado, a especialização funcional dos solos só se torna possível e convenientemente actuante se a mobilidade estiver assegurada, o que exige uma infra-estrutura que contemple a articulação entre as

diferentes áreas. O sistema viário e os transportes constituem estruturas básicas, que ao possibilitarem a movimentação de pessoas e bens, têm desempenhado, e continuarão a viabilizar um papel de consolidação na organização dos territórios. A qualquer nível que se analise a economia do mundo actual, e acreditando que a ordenação e estruturação do espaço geográfico tem como razão primeira a realidade económica, dificilmente se ousará duvidar que os transportes representam um dos factores mais importantes do ponto de vista funcional. Onde o transporte não chega ou é reduzida a sua contribuição, a actividade económica praticamente resume-se a níveis de subsistência e auto-consumo, não se conseguindo viabilizar o aproveitamento integral das vantagens da divisão do trabalho e da especialização. Pelo contrário, onde existem e a sua evolução ocorreu, é possível identificar uma maior valorização dos recursos naturais e observar um nível mais eficiente de comunicação entre diferentes grupos sociais. Assim, e na medida em que viabilizam o estabelecimento de actividades económicas e de outra índole, com benefícios diversos para a sociedade, proporcionam a integração de todos os seus elementos em âmbitos geográficos mais amplos, devendo ser considerados como factores determinantes do desenvolvimento das regiões.

A expansão e o aperfeiçoamento das redes de transportes, viabilizando um maior e melhor aproveitamento dos recursos e tornando as ligações mais rápidas e menos onerosas têm contribuído para aumentar a dimensão dos mercados e aproximar populações. A divisão do trabalho torna-se possível, as economias de escala têm melhor utilização, a integração das economias locais, regionais e nacionais aprofunda-se. Ao facilitarem a deslocação de pessoas e bens, os transportes identificam-se como um factor de capital importância na localização das actividades humanas e também na evolução dos grupos sociais. Ao invés, o desenvolvimento de certas regiões tem arrastado como consequência a expansão dos transportes.

Um sistema eficiente de transportes é factor básico para estruturar adequadamente os espaços económicos, provocar novos processos induzidos por outras actividades, introduzir correcções no ordenamento económico e social do território. Para tornar possível o desenvolvimento económico e a integração social é imprescindível um sistema mínimo de transportes. Todavia, e em certas situações verifica-se que o desenvolvimento deste sector provoca ou acentua desequilíbrios já existentes. Na sua

origem observa-se normalmente uma inadequada implantação da rede, e não raro, com apropriação excessiva de recursos. Sempre que o planeamento dos transportes não é integrado nos planos e objectivos de ordenamento do território, a desarticulação impõe desaproveitamentos e determina congestionamentos com criação de conflitos na ocupação do solo.

Os transportes estão no início de todo o fenómeno de concentração humana e de crescimento económico, mas reflexivamente sofrem os efeitos deste crescimento e daquela concentração. A economia precisa dos transportes como factor impulsionador do processo assim como o homem deles se serve para garantir a satisfação das suas necessidades de mobilidade. Os transportes configuram assim uma “infra-estrutura” sem a qual não é possível o desenvolvimento. Mas, tão ou mais importante que a sua própria existência, é a sua adequação permanente para evitar os estrangulamentos daqueles processos.

Com reporte aos lugares centrais de maior dimensão populacional, as cidades, a problemática actual dos transportes, na perspectiva da sua contribuição para o desenvolvimento regional, coloca-se a um nível mais crítico. A evolução que se vem assistindo no crescimento demográfico destes lugares centrais, em larga medida explicada pela concentração desregulada das actividades económicas e ditadas, não apenas pela atractividade da aglomeração de recursos, mas também devidas ao crescente abandono dos campos. As naturais exigências de maior mobilidade associadas ao crescente adensamento humano das cidades, tiveram como consequência uma proliferação da oferta de transporte, tanto público como particular, que conduziram já, com particular evidência nas principais urbes, e hoje mesmo em algumas de média dimensão, ao colapso da circulação, se não de um modo global, pelo menos em grande parte dos períodos úteis do dia. Esta é, de modo muito sumário, a realidade que se observa, ainda que em proporções diferentes em correspondência com a dimensão dos pólos. Este estado de situação vem apelando crescentemente a uma planificação dos transportes e das suas infra-estruturas intimamente articulada a uma utilização dos solos de modo muito mais criterioso e um crescente respeito pelas questões ambientais, que necessariamente terá de levar em conta, entre outros aspectos, as dificuldades que a ampliação das infra-estruturas normalmente colocam, o aumento do transporte

individual, as crescentes necessidades de mobilidade e as procuras de transporte específicas com as suas características bem diferenciadas. Os sistemas de transporte resultantes têm que fornecer as respostas adequadas, tendo em consideração que cada sistema apresenta uma resposta diferente a elementos diferenciadores da procura no que respeita à rapidez, ao preço, à segurança e à capacidade, o que não só permite mas exige que se sirva a procura através de um sistema integrado de transportes, no qual tenham representação todos aqueles para os quais seja previsível que o nível de procura ultrapasse o limite de viabilidade específica.

Todavia parece claro que os transportes em si mesmos não resultam em desenvolvimento económico, ou como diz Owen (1964), eles são necessários mas não são suficientes. Igualmente tem sido referido que o mesmo se passa com os outros elementos que constituem “ingredientes” do desenvolvimento, tais como capital, capacidade técnica, educação e recursos naturais. Como tal, torna-se benéfico apontar como ideia central, de que o desenvolvimento se baseia num conjunto de “inputs”, e que é muito mais provável que aquele se verifique onde estes não são considerados em separado, mas antes fazendo parte de um conjunto planeado e articulado de modo coerente.

Este é certamente um dos modos mais adequados de observar o desempenho do sector dos transportes, já que raramente constitui um fim em si mesmo, e a procura deriva de outros sectores da vida económica e social.

Sintetizando o papel que os transportes desempenham, com relação directa no desenvolvimento regional, e que no fundamental favorecem o direito à mobilidade e à qualidade de vida das populações, podem apontar-se as seguintes três principais funções:

- satisfazer as necessidades humanas no que respeita ao desejo de mobilidade ou de deslocação;
- satisfazer as necessidades dos sectores produtivos, em relação à reunião dos meios e factores nos locais onde melhor se deverão concretizar as operações que promovam maior eficiência dos processos produtivos;
- contribuir para a integração dos diferentes grupos sociais e difusão da cultura.

### 2.3. Transportes e Ambiente

O ambiente tornou-se numa das grandes questões em debate nestes últimos anos, mas os problemas que estão em jogo não são apenas de ordem ecológica, uma vez que também envolvem importantes aspectos de natureza industrial, social e económica.

Organismos governamentais e não governamentais em todo o mundo continuam a estudar a problemática que envolve o ambiente, e a ideia que ainda persiste na actualidade é a de que poucos foram os progressos conseguidos, continuando em destaque os problemas que a comunidade internacional vem discutindo desde a Conferência Mundial sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, há três décadas.

Num relatório de Dezembro de 2001, as Nações Unidas afirmam que a Cimeira da Terra, em 1992, no Rio de Janeiro, estabeleceu uma agenda clara para o mundo caminhar no sentido do desenvolvimento sustentável. Desde então, porém, apesar de tudo o que se tem feito, o progresso em direcção às metas estabelecidas no Rio "tem sido mais lento do que se previa, e em alguns aspectos a situação está ainda pior do que estava há dez anos". (Público- 26/02/02)

Segundo as Nações Unidas, o ambiente continua sob enorme pressão, as medidas de conservação são insuficientes, a redução da pobreza tem tido um alcance muito limitado e os progressos na saúde têm sido diluídos por problemas novos devastadores, como a sida.

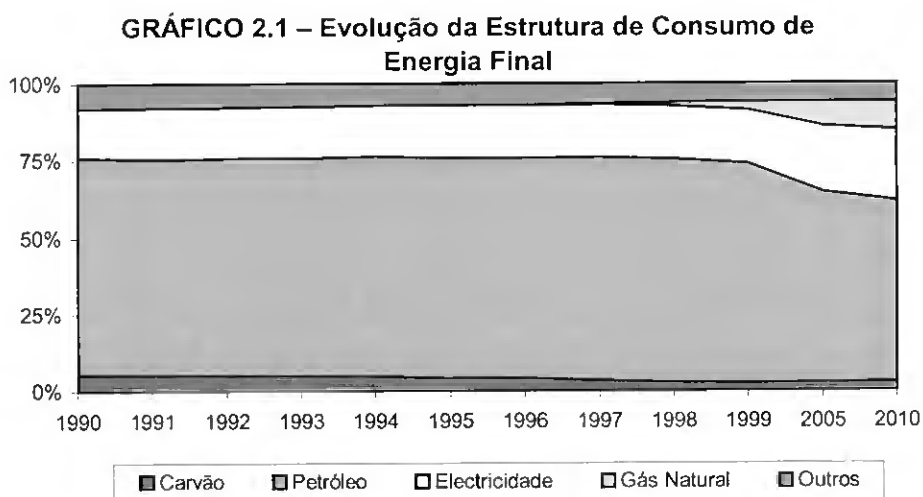
De facto o que está em causa é o desenvolvimento sustentável. Na ausência de uma definição oficial universalmente aceite, aquele conceito poder ser entendido, de acordo com o vulgarmente conhecido e constante no Relatório Brundtland (UNCED), como sendo "desenvolvimento capaz de dar resposta às necessidades do presente sem comprometer, para as gerações futuras, a possibilidade de satisfazerem as suas próprias necessidades". Este conceito amplo, que preconiza a convivência pacífica e duradoura entre a economia, o ambiente e a sociedade, tem implícita a conjugação de um conjunto diversificado de factores conducentes à melhoria do bem - estar social. E neste contexto não deixam de ser matéria para reflexão as razões, que de modo efectivo, têm impedido

uma aceleração das acções preconizadas nos incontáveis encontros internacionais realizados e que apontam, entre outros aspectos, para uma diminuição progressiva das emissões gasosas nocivas ao ambiente. Não se podendo apontar “culpas” a qualquer dos contentores em presença, importa referir que do lado da oferta os grupos de interesses são politicamente poderosos e estão bem organizados, constituindo assim uma considerável força económica. Quanto aos consumidores, a ideia que resulta da sua participação em todo este processo, revela uma atitude ambígua, e conseqüentemente marcada pela fragilidade, na medida em que, mostrando-se globalmente favoráveis à protecção do ambiente, igualmente se mostram reticentes no caso de serem eles a pagarem os respectivos custos.

No conjunto vasto de questões que rodeiam a problemática do ambiente, a energia ocupa um lugar importante, uma vez que aquele encontra, na maior ou menor eficiência desta, razões de base para melhores ou piores resultados. Os recursos energéticos existentes, a sua natureza e o equilíbrio da sua utilização com privilégio pelos que se apresentam como “amigos do ambiente”, constituem peças fundamentais em toda a discussão sobre o futuro do ambiente, e muito provavelmente sobre o futuro da humanidade. Na verdade a energia desempenha um papel fundamental na economia e no seu desenvolvimento. Os problemas ambientais resultantes dos combustíveis de origem fóssil, a escassez de recursos energéticos (DGA, 2001) e os problemas sócio-políticos, podem vir a limitar o progresso e o crescimento económico de modo sustentado. Neste capítulo, duas grandes áreas de acção se apresentam como imprescindíveis para a sustentabilidade do desenvolvimento económico. A diversificação das fontes energéticas, com recurso progressivo às que têm características renováveis, e a eficiência energética, constituem as duas formas capazes de assegurar progresso económico uma vez que nelas se sustentam condições de minimização dos efeitos nocivos para o sistema ecológico do crescimento contínuo do consumo de energia.

Para Portugal a intervenção nestes dois domínios ganha uma maior relevância, na medida em que o país não possui recursos energéticos fósseis, importando a generalidade da energia que consome, o que provoca uma natural dependência energética do exterior. Através de informação disponibilizada pela Direcção Geral de

Energia (<http://www.dge.pt/>, Indicadores Energéticos – Energia Final e Taxas de Variação), na qual constam as projecções dos valores de consumo de energia final, desagregados pelas diferentes fontes energéticas, para os anos de 2005 e 2010, torna-se evidente o reconhecimento da necessidade de colocar em prática políticas que invertam a escalada crescente da utilização dos derivados do petróleo, com recurso a tipos de energias que sejam menos agressivas para o ambiente.

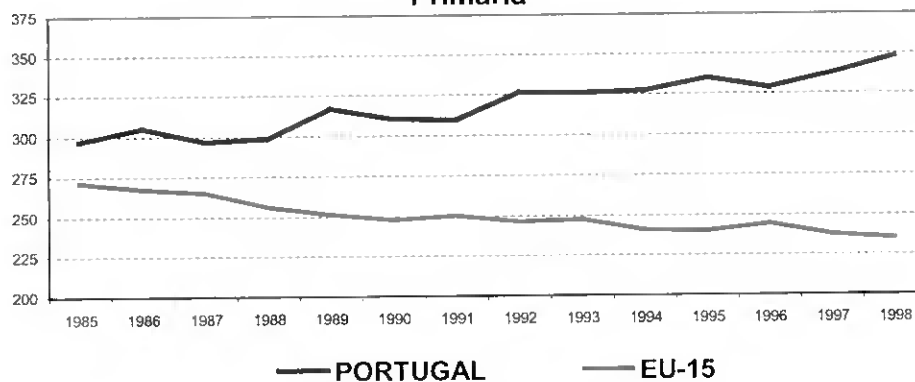


Fonte: Direcção Geral de Energia – Indicadores Energéticos

De acordo com dados publicados pela União Europeia, a dependência do exterior no tocante à energia consumida, além de ser muito superior à média comunitária, apresenta uma estrutura de consumo fortemente baseada nos derivados do petróleo, que em 1998 se podia caracterizar por um valor de 89,7% para a componente importada da energia primária consumida, dos quais, 71,6% eram relativos ao petróleo (*Annual Energy Review 1999, European Commission*).

Mantendo ainda a comparação com a União Europeia e a mesma fonte de informação, Portugal é o segundo país a apresentar maior Intensidade Energética Primária do PIB (consumo de energia primária por unidade monetária do PIB), que além de ser bastante superior à média da UE-15, manifesta uma evolução crescente nos últimos anos, contrariamente ao que se verifica com a média comunitária.

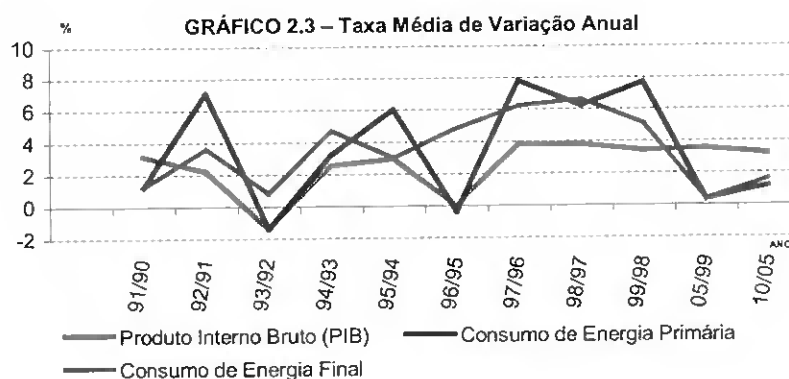
**GRÁFICO 2.2 – Evolução da Intensidade Energética Primária**



Fonte: *Annual Energy Review 1999, European Commission*

Ao longo do período 1985-1998 o consumo de energia primária em Portugal aumentou de forma muito expressiva, da ordem dos 5,1% ao ano, ainda que na década de 90 essa variação tivesse baixado para 3,7%.

Entre os vários aspectos que podem explicar este facto, dois parecem ser os mais plausíveis. Por um lado, problemas de produtividade da economia, por outro, limitações ligadas com a eficiência energética. Embora a economia nos últimos anos tenha crescido a um ritmo superior à média comunitária, constata-se que o consumo de energia primária cresceu a uma taxa bastante superior.



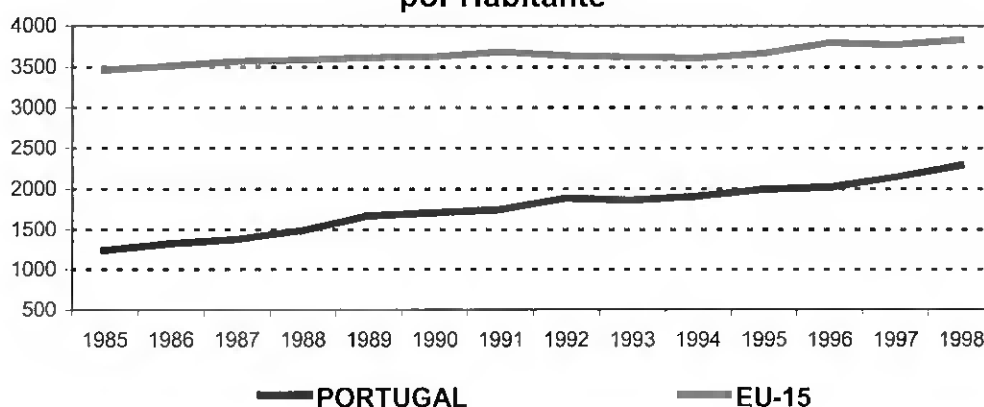
Fonte: Direcção Geral de Energia – Indicadores Energéticos

As previsões para Portugal para os anos 2005 e 2010 apontam para uma desaceleração mais rápida das taxas médias de variação anual dos consumos de energia primária e final, comparativamente a idênticas taxas de crescimento económico, sendo ainda de esperar que o consumo de energia final, a partir do primeiro daqueles anos,

creança a um ritmo mais elevado que o da energia primária, sintoma de resultado de acções que supostamente irão ser tomadas, as quais, entre outras, visarão um maior recurso a energias renováveis. De modo mais amplo, os estudos que sustentam estas variações no futuro, têm suporte nos objectivos de política energética que apontam na direcção que conduz à redução da fraqueza do sistema energético do país e ao reforço das condições de desenvolvimento dos seus recurso endógenos (Inverno *et al.*, 2001).

Apesar do forte aumento do consumo de energia primária, quando se particulariza a observação para o consumo de energia por habitante, Portugal apresenta o valor mais baixo do consumo de energia *per capita* de entre todos os países da UE-15, que em 1997 era de 2142,2 Kgep/habitante<sup>1</sup>, ainda que, comparativamente à média europeia, e para o período de 1985 a 1997, a taxa de crescimento do consumo energético *per capita* tenha sido da ordem dos 73,5% enquanto no conjunto dos países da União Europeia tenha sido de apenas 8,7%.

**GRÁFICO 2.4 – Evolução da Intensidade Energética por Habitante**

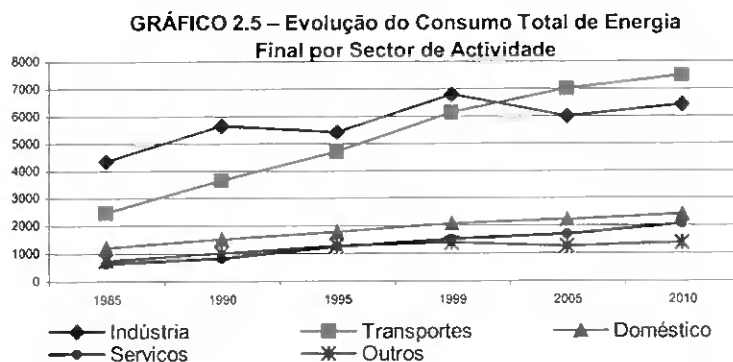


Fonte: *Annual Energy Review 1999, European Commission*

De acordo com informação produzida pela Direcção Geral de Energia e no que respeita aos valores do consumo total de energia final em Portugal para o período de 1985 a 1999 e cenários para os anos de 2005 e 2010, verifica-se que a Indústria e os Transportes são os sectores mais utilizadores, representando em 1999, último ano conhecido, mais de 72% do total. Quando se observa a evolução da estrutura do consumo de energia por sectores de actividade, ao longo daqueles períodos, registam-se

<sup>1</sup> ep = equivalente de petróleo

diferenças significativas. De facto, enquanto o peso do consumo energético da indústria no consumo total final apresenta uma tendência para a redução e os cenários para o futuro prevêem a manutenção dessa tendência até 2010, os transportes deixam observar um andamento contrário, tendo vindo a aumentar sucessivamente até 1999, com uma participação no total de 34,3%, projectando-se esta evolução crescente no final de 2010 com uma quota de 38,0%. Em conformidade com o estudo levado a cabo pela Direcção Geral de Energia, está previsto que no período que medeia entre 1999 e o primeiro ano de cenário, 2005, o sector de transportes passe a ser o mais representativo do conjunto dos utilizadores, não sendo tal de estranhar se for tido em conta o esperado crescimento da taxa de motorização bem como o crescente aumento da potência dos veículos em circulação.



Fonte: Direcção Geral de Energia – Indicadores Energéticos

Tendo presente os últimos 15 anos em que se conhecem os valores do consumo de energia final em Portugal, pode constatar-se que este aumentou cerca de 90%, tendo o maior aumento ocorrido no sector dos transportes, com um acréscimo próximo de 150%.

**QUADRO 2.1 - Consumo de Energia Final por Sector**

SECTOR	Unidade: Ktep	
	1985	1999
Indústria	4 334	6 795
Transportes	2 476	6 135
Doméstico	1 220	2 080
Serviços	619	1 508
Outros	756	1 372
<b>TOTAL</b>	<b>9 405</b>	<b>17 890</b>

Fonte: Direcção Geral de Energia – Indicadores Energéticos

O sector dos transportes perfila-se assim, de entre os vários contribuintes, em papel de destaque para a problemática do ambiente. Sendo este sector um componente essencial da vida e da economia modernas, apresenta um impacto ambiental de repercussões importantes, uma vez que tem implicações na degradação da qualidade de vida e da saúde humana, como resultado da má qualidade do ar, níveis de ruídos excessivos, congestionamentos de tráfego e deterioração de zonas verdes. Os transportes são pois responsáveis por um amplo conjunto de externalidades negativas (não pagas), e de acordo com estimativas recentes, na actualidade, os custos sociais dos transportes variam entre 3 e 5% do Produto Interno Bruto para a grande maioria dos países da OCDE. A conclusão que se pode extrair é que as actividades associadas com os transportes dão origem a um desenvolvimento não sustentado (Nijkamp *et al.*, 1997).

Uma questão actual tem a ver com o momento em que o mercado poderá ou deverá assumir os valores monetários dos custos ambientais. Estes custos são externos ao preço pago e são geralmente referidos como sendo externalidades, uma vez que são impostos como um todo sobre a sociedade. O argumento utilizado pelos economistas é que se estes custos não são pagos pelos utilizadores, então existe um fraco incentivo para tomar decisões eficientes (Madison *et al.*, 1996).

Igualmente se constata que a actividade dos transportes aumenta com o crescimento da actividade económica, com o rendimento disponível, com o acesso ao transporte motorizado e decresce com o aumento dos custos dos veículos e do combustível (Banister, 1998).

Face aos evidentes custos ambientais decorrentes do crescimento diário dos transportes, não parecem restar dúvidas quanto à necessidade de agir de modo articulado em diferentes campos. De acordo com Banister (1998), qualquer análise de tendências ilustra que a dependência actual do automóvel é insustentável, e que muito provavelmente os padrões futuros das actividades humanas aumentarão substancialmente a procura pelos transportes rodoviários e aéreos. Algumas acções têm sido tomadas e muitas decisões difíceis terão que ser implementadas no curto prazo, sendo de exigir mudanças efectivas no médio/longo prazo. Independentemente do âmbito – internacional, nacional ou local – o apoio público e político deve ser central para qualquer acordo. E é exactamente entre o estabelecimento de apoios de princípio

para políticas ambientais e a real implementação das acções que ocorrem as maiores dificuldades. Duas razões fundamentais são apontadas (Banister, 1998) para este impasse. Por um lado, o facto de não se ter ainda atingido uma base de pesquisa suficientemente robusta e capaz de testar a eficiência e os impactos de determinadas acções políticas. A segunda razão prende-se com a circunstância de os transportes constituírem uma das actividades diárias de todas as pessoas e que mudanças reais serão provavelmente dolorosas para os diferentes intervenientes.

Para se atingirem mudanças substanciais é fundamental que a sociedade tenha perfeito entendimento das consequências económicas e sociais da redução dos custos ambientais, pelo menos em idêntico grau ao desenvolvimento dos argumentos tecnológicos. Assim, para que uma intervenção política seja bem sucedida parece ser de exigir, não apenas um apoio público mas igualmente um claro reconhecimento das consequências.

A situação em Portugal apresenta uma importância acrescida pela circunstância deste sector constituir um dos principais utilizadores de combustíveis fósseis, e portanto forte contribuinte para os problemas energéticos, que, em função do aumento crescente da mobilidade das pessoas e das trocas de mercadorias, sobretudo à custa do modo rodoviário, apresenta factor de preocupação agravada.

**QUADRO 2.2 - Consumo de Energia Final no Sector dos Transportes**

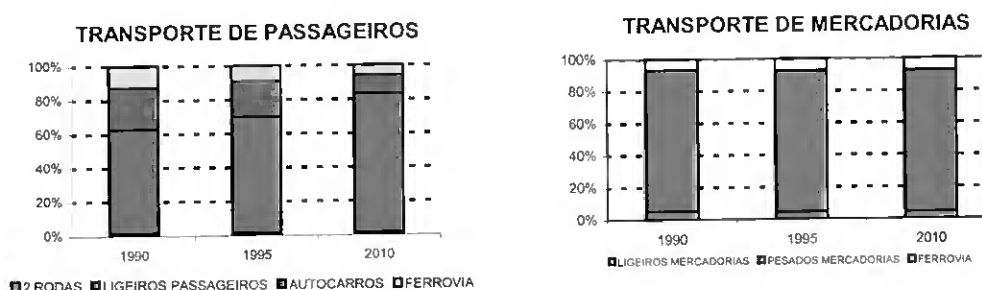
MODO	1990		1995		2010	
	V.ABS.	%	V.ABS.	%	V.ABS.	%
Rodoviário	3150	70	4097	77	6950	77
Marítimo	655	15	533	10	533	6
Aéreo	604	13	645	12	1394	16
Ferrovário	77	2	77	1	98	1
<b>TOTAL</b>	<b>4486</b>		<b>5353</b>		<b>8976</b>	

Fonte: INE (1990;1995); DGE (1999)

A caracterização dos transportes terrestres, na perspectiva da procura, ou seja, em termos das distâncias percorridas no transporte de passageiros e mercadorias, apresentada no gráfico seguinte, revela bem a importância crescente do transporte

individual de pessoas e igualmente a participação, progressivamente a aumentar, dos pesados na movimentação de mercadorias.

GRÁFICO 2.4 – Estrutura dos Transportes Terrestres



Fonte: INE (1990;1995); CP (1997); DGE (1999)

No período de 1990 a 1998, o consumo de carburantes aumentou a um ritmo anual de 6,1% ao ano bem acima do ritmo de crescimento económico e do consumo final de energia (3,8% ao ano). Para isto contribuiu o forte crescimento do número de veículos a gasóleo, tanto de passageiros como comerciais, em boa parte, favorecido pela política fiscal de menor taxaço do gasóleo em relação à gasolina.

O sector dos transportes para além de ser fortemente dependente de recursos energéticos não renováveis (p.ex. petróleo), é apontado como um dos principais responsáveis pelo aumento das consequências negativas associadas às emissões de poluentes atmosféricos, ao ruído, ao congestionamento das vias aéreas e rodoviárias, à ocupação do solo ou ao risco de acidentes.

De acordo com o Relatório do Estado do Ambiente 2000 (DGA, 2001), as emissões gasosas com influência na problemática das alterações climáticas, assumem uma particular importância em dois grandes domínios: gases com efeito de estufa (GEE) e a degradação da camada de ozono estratosférica. No primeiro destes domínios também o sector dos transportes se revela como o principal contribuinte, verificando-se que em 1999, foi responsável em Portugal por 89% das emissões gasosas totais nacionais de monóxido de carbono (CO), 57% das emissões de óxido de azoto (NO<sub>x</sub>), cerca de um terço (32%) das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e 27% das emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM).

Segundo o Eurostat - Instituto Europeu de Estatísticas - ao nível comunitário este sector representava em 1996 cerca de um quarto das emissões de CO<sub>2</sub> (principal GEE), um terço das emissões de COVNM (gases envolvidos na formação de ozono troposférico) e mais de metade das emissões de NO<sub>x</sub> (gases envolvidos na formação de ozono troposférico). Além disso, as previsões até 2010 (DGA, 2001) apontam para um aumento significativo da contribuição deste sector em termos de emissões de GEE em correlação com aumento do tráfego rodoviário. Em contrapartida, a introdução progressiva de novas tecnologias (e.g. catalisadores, injeção directa) e a reformulação da composição dos combustíveis permitiu e irá permitir reduzir as emissões de outros poluentes como o NO<sub>2</sub>, os COV, o chumbo, o SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) ou as partículas. O ruído causado pelos transportes é também um sério problema, nomeadamente em meio urbano. Os progressos tecnológicos ao nível dos veículos e a colocação de barreiras acústicas permitem uma redução sensível dos níveis sonoros. No entanto, o aumento do volume de tráfego e o alargamento da oferta de infra-estruturas de transporte têm conduzido a um agravamento do problema. As infra-estruturas de transportes representavam em 1996 cerca de 1,2% da área comunitária, tendo Portugal um valor estimado em 0,6%. As infra-estruturas para o transporte rodoviário são de longe as que mais áreas ocupam e as mais intensivas. De acordo com informação publicada pelo Instituto de Promoção Ambiental no site <http://www.ipamb.pt>, verifica-se que para transportar um passageiro ao longo dum quilómetro, este modo requisita em média cerca de 3,5 vezes mais área do que o modo ferroviário. A expansão da área destinada às infra-estruturas de transportes constitui uma ameaça à conservação da natureza (dada a fragmentação e a perturbação dos *habitats*), reduz as áreas agrícolas e florestais e geram uma pressão urbanística nas zonas atravessadas por novas vias rodoviárias. O aumento da intensidade do tráfego, nomeadamente rodoviário e aéreo, tem conduzido ao agravamento do problema do congestionamento das vias de transportes que se traduz, além de maiores consumos de energia fóssil e mais poluição atmosférica e sonora, em aumentos no tempo gasto em deslocações, provocando igualmente atrasos na entrega de mercadorias, em dificuldades de acesso às cidades e em maior stress dos utentes de transporte.

É inquestionável, porque universalmente reconhecido, que o movimento físico e a interacção espacial são condições necessárias para a criação de redes económicas.

Igualmente não pode ser negado que os benefícios da sociedade caracterizada por maiores níveis de mobilidade e interactividade também causam efeitos colaterais negativos. Nos últimos anos, os transportes a qualquer nível geográfico têm continuado a fazer crescer a congestão e o tráfego, dando origem a perturbações ao nível do ruído, à utilização de recursos energéticos não renováveis e à emissão de gases com efeito de estufa. A extrapolação das tendências actuais para o futuro, traduzir-se-ão, inevitavelmente, não apenas em engarrafamentos críticos e séria degradação ambiental, mas também no crescimento de disparidades na acessibilidade de muitas regiões do mundo (DGA, 2001).

Estes desenvolvimentos justificam a urgência de uma nova abordagem estratégica que promova a sustentabilidade do sector dos transportes. A definição e implementação de uma política de transportes sustentável pressupõem uma integração das políticas de transporte, de uso do solo e de ambiente, uma articulação entre instrumentos legislativos e económicos com aplicação transparente a todos os sub-sectores e definição de medidas de gestão da procura e de tráfego. Esta nova abordagem, supletivamente, deverá privilegiar as medidas preventivas e orientadoras do sector sobre as medidas correctivas *à posteriori*.

Não sendo possível nem desejável impedir o crescimento da mobilidade das pessoas e bens, porque o desenvolvimento económico assim o exige, a reorganização do sistema de transportes não pode deixar de ser considerado como o princípio fundamental da política comum de transportes. O grande pilar desta reorganização passa pela intermodalidade, ou seja, por um sistema de transportes onde os diferentes modos são integrados de modo a garantir que pessoas ou bens são transportados de forma segura, confortável, eficiente e com menos danos para o ambiente. Esta política proposta define alguns grandes objectivos, e entre eles, a revisão dos preços dos transportes de forma a incluir os custos reais (externalidades) e a permitir a intermodalidade e a protecção do ambiente. No que em concreto se relaciona com a protecção ambiental em Portugal, e no fundamental, sendo pretensão, a reconciliação entre o desenvolvimento futuro da sociedade (marcada pela crescente mobilidade) com as padrões ambientais, em meu entender as medidas a tomar deverão passar por:

- a) substituição de combustíveis, através da introdução generalizada no mercado nacional de combustíveis de gasolinas com etanol e gasóleo com biodiesel;
- b) informação às empresas e aos condutores particulares, mediante a implementação de acções de sensibilização e demonstração;
- c) transferência modal urbana, que visa a deslocação do transporte individual para o colectivo, em particular nos grandes e médios agregados populacionais.

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas – Versão 2001 para discussão pública (PNAC), para além de situar o problema do cumprimento do Protocolo de Quioto<sup>1</sup>, entre outros aspectos, inclui a estimativa do esforço que é necessário concretizar no sentido da redução das emissões de gases com efeito de estufa. O cenário que suporta aquela estimativa é construído levando em conta a afectação do esforço de redução de emissões entre os diferentes sectores, nomeadamente o dos transportes. Neste contexto, as ideias chave que dão expressão ao posicionamento do sector dos transportes nesta problemática são, desde logo, o reconhecimento de que constitui um sector crítico para o cumprimento das metas de emissão. A partir desta premissa justifica “a definição dum Programa Nacional de Mobilidade e Transportes, que considere a necessidade de inversão da forte tendência de crescimento das emissões registadas nos últimos anos, devido essencialmente à utilização do transporte individual”, o que se considera “absolutamente necessário”. Igualmente é considerado como importante, com vista a ultrapassar constrangimentos actuais, não apenas o reforço do investimento a afectar à área da logística dos transportes de mercadorias e às plataformas intermodais de transportes de passageiros, bem como o combate à perda progressiva de mercado do caminho-de-ferro. Um outro aspecto fundamental a tomar em consideração, no quadro dos instrumentos a colocar em prática com o objectivo de introduzir uma maior racionalidade ao sistema de preços, é a internalização das externalidades no preço dos carburantes, assim como na utilização de infra-estruturas, incluindo portagens e estacionamento. Como aspecto final, e face aos valores

---

<sup>1</sup> O **Protocolo de Quioto** foi adoptado a 11 de Dezembro de 1997, na cidade japonesa de Quioto e tem como principal objectivo obrigar os países desenvolvidos signatários a reduzir em 5,2 por cento as suas emissões de gases de efeito estufa até ao período compreendido entre 2008 e 2012. Os 15 países da União Europeia deverão diminuir em oito por cento as suas emissões, os EUA em sete por cento e o Japão em seis por cento. As obrigações de Portugal enquadram-se no conjunto dos países da União Europeia, embora ao assinar o Protocolo, tenha garantido uma permissão de 92% no período 2008-2012, relativamente aos níveis de 1990. [ <http://gasa3.deea.fct.unl.pt/gec/25feb/> ]

envolvidos para garantir sustentação das medidas necessariamente a implementar, é de salientar que o próximo Quadro Comunitário de Apoio deverá ser utilizado como instrumento para a definição de uma política de transportes coerente e integrada, para que se torne possível a sua plena execução em 2006.

Globalmente, uma grande conclusão que pode ser retirada é que as principais intervenções no sector dos transportes são difíceis de introduzir, nomeadamente porque são muito abrangentes e exigentes quanto à base jurídica de suporte à implementação de medidas concretas, e algumas vezes conflitantes com interesses pessoais. Perante os actuais padrões de viagem e de actividades, e as dificuldades sentidas na implementação de medidas presumivelmente mais eficientes, como por exemplo a internalização dos principais custos da actividade transportadora, é de crer que nos primeiros anos do milénio, aquelas intervenções serão insustentáveis. Perante tais constatações, há que aceitar que os melhoramentos tecnológicos constituem, no imediato, a principal via a seguir, mas igualmente concordar com a ideia de que outras intervenções importantes devem ser equacionadas, nomeadamente as que envolvem o princípio do utilizador-pagador, que poderão encorajar a alteração de comportamentos individuais (Silva, 1999), e como tal constituirão desafios autênticos para reduzir os níveis de emissões e consumo de recursos no sector dos transportes.

#### 2.4. Conceitos da Área dos Transportes

Traçada de forma breve a importância que o sector dos transportes apresenta num contexto de desenvolvimento, seja qual for o âmbito em que o mesmo se observa, nesta altura configura-se como relevante proceder à clarificação de alguns dos conceitos que estão presentes sempre que tem lugar uma operação de transportes.

Desde logo, e porque a ideia de transportes arrasta obrigatoriamente a noção de tornar acessível qualquer lugar que seja necessário atingir, dois conceitos próximos, mas distintos, merecem à partida diferenciação. A acessibilidade, que de acordo com o glossário incluso no Manual de Planeamento e Gestão de Transportes (DGTT, 1986), é entendida como o “grau de facilidade facultada às pessoas ou aos veículos para

atingirem um destino ou utilizarem um dado sistema de transportes”. Ou segundo David Hilling (1996), que para além da ideia atrás exposta vê também a acessibilidade como podendo ser interpretada com a conectividade, que por sua vez pode ser definida como o número de ligações que podem ser estabelecidas a partir de um determinado ponto de uma rede (nó) com todos os restantes dessa mesma rede, assemelhando-se portanto com a ideia de “atingibilidade”. Uma das definições que mais consenso obtém em torno das diferentes formulações, quer por parte de instituições quer da parte de investigadores, define *acessibilidade* como uma medida local da facilidade de aceder, a partir de um ponto do espaço, a um ou vários pontos do espaço geográfico, por uma motivação ligada a uma dada necessidade, com recurso a um determinado meio de transporte ou a um conjunto de meios. Analisada com algum nível de pormenor cada uma destas ideias, por detrás de todas elas persiste um elo comum, que tem um carácter físico, e que no essencial tem a ver com a possibilidade que cada um tem de atingir um determinado local (espaço geográfico), que por uma qualquer razão (sistema de actividade), necessita de ser acedido numa determinada altura (tempo). Particularizando, a acessibilidade aos transportes públicos depende do funcionamento do sistema de transportes, ou seja, do traçado, da frequência e da capacidade, e não menos importante, do custo para quem dele usufrui. A mobilidade, e ainda segundo o Manual acima referido, é a “capacidade de movimentação que as pessoas revelam em função das suas necessidades e do seu interesse em viajar, dos meios à sua disposição e da acessibilidade proporcionada pelo sistema de transportes”. Também neste domínio foram detectadas outras definições, mas, não avançando com ideias que complementem ou mesmo reequacionem o conceito em questão, será desta forma que neste documento será entendido. Do ponto de vista operacional, um dos modos mais seguidos para medir a mobilidade, tem a ver com o número médio de deslocações efectuadas por dia por uma pessoa ou por um agregado populacional ou familiar, consoante, naturalmente, a unidade em observação para medição.

Para construir de facto a possibilidade de alguém aceder a um determinado local, com uma qualquer intenção, é fundamental que exista um ou mais serviços de transporte que possam garantir a deslocação desejada ou necessária. É a Oferta de Transportes, que, no fundamental, é constituída pelo conjunto de serviços que um sistema de transportes garante para fornecer resposta a um conjunto de necessidades que se

colocam e com a finalidade de serem satisfeitas. A este conjunto de necessidades que são ou devem ser satisfeitas dá-se o nome de Procura de Transportes. Se já está satisfeita está-se perante a procura real, que será potencial, se ainda não estiver satisfeita. Todavia, seja qual for o tipo de procura, existem sempre três aspectos a considerar para a sua completa caracterização: origem ou início da deslocação, destino ou final da deslocação e volume de deslocações de pessoas ou mercadorias (conforme se trate de transporte de passageiros ou transporte de mercadorias) durante um determinado intervalo de tempo.

Particularizando para o transporte de passageiros, sobre o qual se debruça o trabalho a desenvolver, as necessidades de deslocação, ocorrem sempre com uma qualquer razão, que genericamente são designadas por motivos de deslocação. Estes motivos são frequentemente agrupados em cinco grandes categorias: trabalho, escola, compras/negócios, lazer e outros motivos. Este último tipo de motivo abarca, por exemplo, as deslocações que se realizam por razões de saúde (consulta médica, realização de exames clínicos, visitas ao hospital, entre outras). É vulgar, quando se referem os motivos da deslocação, precisarem-se melhor as razões com indicação da actividade na origem e no destino, como por exemplo, deslocações casa-trabalho, casa-escola, casa-compras/negócio.

Uma deslocação é um conjunto de percursos realizados por um passageiro entre uma origem e um destino, por um mesmo motivo, podendo ser simples ou composta, consoante haja apenas um único percurso, isto é, apenas uma origem e um destino, ou mais que um percurso, mas neste caso estes têm que ser sucessivos no mesmo ou em diferentes modos de transporte. Por modo de transporte entende-se o sistema físico que permite realizar a deslocação, distinguindo-se fundamentalmente os seguintes dois tipos: percurso a pé e as viagens realizadas com recurso a veículos de transporte. Esta segunda categoria de viagem pode ser motorizada ou não, em transporte individual ou público. O meio de transporte classifica-se em função do tipo de veículo utilizado para a deslocação – autocarro, comboio, bicicleta, entre outros.

Dentro do sector dos transportes, existem ainda alguns conceitos que estão fora da zona de estudo mas que se entende com utilidade esclarecer o respectivo conteúdo, uma vez que ao longo deste trabalho, de forma mais ou menos explícita, serão

referenciados. Neste âmbito, merecem saliência os conceitos de Rede de Transportes, como sendo o conjunto de linhas ou carreiras que asseguram a cobertura espacial de uma área por um ou mais modos de transporte, de Taxa de Motorização, que é o número de veículos que determinada população possui, e que em termos operacionais geralmente se mede através do número de veículos por 1000 habitantes ou pelo número de veículos por agregado familiar, dependendo naturalmente da população que em determinada circunstância está a ser alvo de estudo. Finalmente há que considerar o conceito de Tráfego, que pode ser entendido como o conjunto de movimentos dos veículos que se deslocam numa determinada rede de infra-estruturas. Relativamente à origem ou destino existem os seguintes tipos de tráfego: interno, quando a origem e o destino se localizam na mesma zona de estudo, externo, quando a origem e o destino estão fora da zona de estudo, de passagem, quando a origem e o destino estão fora da zona de estudo, mas nesta existem pontos de contacto ou passagem, e de destino, quando o destino se localiza na zona de estudo e a origem lhe é exterior.

Sem correspondência directa e imediata com os conceitos da área dos transportes, julga-se ainda conveniente definir alguns outros mais proximamente ligados com a problemática do desenvolvimento, também abordado neste trabalho. Uma primeira pesquisa sobre o termo desenvolvimento em qualquer dicionário, remete para um significado sinónimo de progresso e de crescimento, o que de algum modo ilustra o seu sentido vulgar e corrente. Outros referem-no como um estado superior de crescimento (Brunet, 1992) ou como sinónimo de harmonia (Lopes, 1987). Falar de desenvolvimento mais do que referenciá-lo a um conjunto de indicadores quantificadores da *performance* produtiva de um espaço territorial, é sobretudo associá-lo às pessoas. O comportamento positivo desses indicadores reflecte apenas o crescimento. Desenvolvimento pressupõe justiça social, igualdade de oportunidades, equilíbrio nas perspectivas espacial e temporal, não podendo considerar-se desenvolvida uma comunidade que vive da exploração dos recursos alheios ou que os utiliza em quantidades que comprometem a sua utilização pelas gerações vindouras. Assim, o crescimento não é mais do que instrumento do desenvolvimento (Lopes, 1992), sendo este o objectivo último da sociedade. Neste sentido, considerar na hierarquia do interesse da sociedade o crescimento, é de qualificar de desajustado porque tal é redutor e indutor de disparidades. Numa tentativa de quantificar o desenvolvimento, Lopes

propõe o conceito de “desenvolvimento por acesso” (Lopes, 1992), nele se integrando o modo de medir a capacidade de aceder à informação, aos bens e aos serviços.

Um outro conceito ligado com o desenvolvimento, mas de utilização mais recente, e com proximidade com a problemática muito geral do ambiente, tem a ver com o desenvolvimento sustentável, já abordado na secção 2.2 e definido no Relatório Brundtland como “uma estratégia de desenvolvimento que facilite a satisfação das necessidades do presente, sem hipotecar os recursos básicos de que dependerão as opções das gerações futuras” (UNCED, 1989).

Entre as várias definições do conceito região que é possível indicar, a que merece atenção particular no contexto deste trabalho prende-se com a das regiões administrativas. Numa fase em que a globalização da economia se impõe com extrema actualidade, e em que o poder dos estados-nação se encontra fragilizado, as regiões administrativas pretendem ser o território natural dentro do qual as pessoas se possam unir e defender interesses comuns. Tendo presentes os conceitos individuais para o desenvolvimento e para região, pode aceitar-se que desenvolvimento regional não é mais do que a aplicação à escala regional dos princípios que dão origem a que o desenvolvimento seja o objectivo principal de uma comunidade organizada de indivíduos. Podia questionar-se se desenvolvimento e desenvolvimento regional podem ter uma definição individualizada e sem interacção. “Não há desenvolvimento que não seja desenvolvimento regional, a menos que se abstraísse da componente espacial física em que se localizam as actividades, as pessoas, os recursos ... (Lopes, 1992). O sentido da opinião manifestada por Simões Lopes parece ter uma intenção com a qual se concorda e se afigura como prática aconselhável num qualquer contexto espacial: a da consideração de que as transformações económicas, políticas, sociais capazes de gerarem fenómenos de desenvolvimento, acontecem sempre num determinado local, que não é apenas o lugar de ocorrência desses fenómenos, mas um seu factor de interacção.

Caracterizados os principais conceitos que ao longo deste trabalho irão surgir, de modo mais ou menos evidente, importa agora reorientar este texto para os aspectos fulcrais que se prendem com o desenvolvimento da dissertação.

Neste contexto, e retomando a questão mais ampla da procura de transportes, mas reduzindo-a desde já ao transporte público rodoviário de passageiros, a problemática a enquadrar prende-se com a sua modelação, tomando como referência um conjunto de variáveis que se crê, à partida, poderem estar relacionadas com o movimento de passageiros que se deslocam por via do transporte público através da rodovia. No essencial o que está em causa é a construção de um modelo de procura, ou seja, considerar a procura de transportes medida em termos de passageiro-quilómetro transportado como variável dependente, como função de um conjunto de variáveis independentes. Desde logo uma justificação para a opção passageiro-quilómetro transportado (PKT), como melhor alternativa ao passageiro transportado (PT), por se entender que aquele mede mais correctamente a procura de transportes colectivos. De facto, se que o que se “produz”, o que se põe à venda, o que se oferece, na actividade de transportes colectivos são os lugares das viaturas em movimento, ou seja, os lugares-quilómetro oferecidos (LKO), o que se consome ou utiliza, ou se compra, é a ocupação de cada um desses lugares, o que efectivamente corresponde ao número de quilómetros que o passageiro viajou, durante os quais ocupou um lugar na viatura. O conjunto de variáveis dependentes a incluir, pretende-se, e acredita-se, que estarão relacionadas com as diferentes motivações para viajar. Para além destas, incluem-se igualmente outras variáveis que não tendo um efeito directo e imediato sobre a procura de transportes públicos, influenciam-na, acabando por exercer acção sobre a variável independente. Neste âmbito, e porque a sua influência se acredita ser importante no sentido da diminuição da procura de transportes públicos, e também com efeitos importantes a diferentes níveis, nomeadamente, no domínio ambiental, por via dos congestionamentos que em determinados momentos provoca no tráfego, a inclusão do número de viaturas em circulação no espaço em estudo, constitui variável que não deve ser negligenciável. Sendo certo que o que está na primeira linha das preocupações é a determinação de um modelo que permita realizar estimativas de procura, sujeita aos condicionamentos ditados pelas variáveis presentes no modelo a construir, cumulativamente tem interesse poder vir a determinar-se a acção de algumas variáveis, que podendo ser “manipuladas”, possam assim ajudar a consciencializar para a importância de introduzir políticas de transporte que assegurem, por exemplo, melhores níveis de qualidade de vida e maior grau de sustentabilidade às tomadas de decisão de índole económica.

## ***CAPÍTULO 3***

### **CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DOS TRANSPORTES**

---

#### **3.1. Em Portugal**

##### **3.1.1. Aspectos Gerais**

Para se compreender como se tem processado a evolução do sector dos Transportes Terrestres em Portugal, em particular nos últimos quinze anos, no que respeita às diversas componentes que melhor caracterizam a oferta e a procura do transporte de passageiros, foi entendido que se tornaria de utilidade proceder a um diagnóstico da situação. No essencial pretende-se posicionar e relevar os principais aspectos que condicionaram uma evolução diferente da existente, e que se manifesta por insuficiências a diferentes níveis, que não sendo exclusivamente decorrentes de um corpo legislativo desactualizado, neste encontram uma boa parte das razões que explicam situações problemáticas sem resolução à vista.

Tratando este trabalho especificamente do transporte rodoviário de passageiros, desde logo deve fazer-se uma ressalva, já que se entendeu com interesse a introdução de elementos relativos ao transporte ferroviário, sendo certo que este constitui um modo de referência importante no capítulo dos transportes públicos terrestres - porque complementar e concorrencial - para compreender a evolução que tem ocorrido no domínio em estudo.

No que respeita à procura, a caracterização das deslocações internas suportar-se-á nos indicadores existentes para os modos rodoviário e ferroviário, não apenas por se situarem na órbita do nosso interesse mas igualmente por constituírem os que melhor definem a situação neste domínio.

Quanto à oferta a análise recairá apenas na rede de infra-estruturas de transporte de âmbito nacional, sobre a qual se concretizam as ligações entre os principais centros e aglomerações urbanas. Para fundamentar o modo como as infra-estruturas têm interagido e sido consequentes com as opções de política feitas, em particular nos últimos anos, é feita uma breve apreciação da execução dos programas comunitários, por ser genericamente entendido que os mesmos revelam uma maior transparência nas suas aplicações quando comparados com o investimento público nacional.

Todavia, e porque o binómio oferta / procura tem invariavelmente a ver com os objectivos a promover, interessa possuir conhecimento prévio sobre os mesmos. Com vista a um melhor esclarecimento importa igualmente observar os esforços feitos para atingir esses mesmos objectivos, para o que se apresentarão os Quadros com as programações financeiras por medida estabelecida no âmbito da Intervenção Operacional dos Transportes (IOT) bem como os respectivos investimentos elegíveis.

As grandes orientações e as prioridades de investimento no sector dos transportes para o período de vigência do 2º Quadro Comunitário de Apoio – 1994 / 1999 – previam a concretização de programas de apoio ao sector que deveriam procurar assegurar quatro grandes objectivos (MEPAT/SEPDR, 1994):

- ▶ melhorar o acesso externo e a inserção de Portugal nas redes transeuropeias, sobretudo através da intervenção nos grandes eixos de ligação rodo e ferroviária à Europa;
- ▶ melhorar a mobilidade no interior do país e assegurar maior conectividade intermodal, objectivo a atingir através de projectos ligados à concretização do Plano Rodoviário Nacional, à modernização do caminho-de-ferro, à melhoria das acessibilidades aos portos nacionais e à intervenção em projectos-chave de ligação intermodal;

- ▶ reforçar a protecção ambiental e a eficiência energética e descongestionar as Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto, através do reforço da opção pelo transporte público, a par da construção de vias-chave e do fecho de malhas nas Áreas Metropolitanas;
- ▶ melhorar a eficácia económica dos portos, através de uma intervenção visando a melhoria das infra-estruturas dos portos nacionais;

os quais se vieram a traduzir nas cinco medidas da IOT, nas quais se incluíam os projectos entendidos como estruturantes e como tal com o apoio do Fundo de Coesão.

Da observação do Quadro seguinte é facilmente destacável a importância dada às áreas metropolitanas, correspondendo-lhe mais de 2/3 do montante global programado, o que revela o inequívoco privilégio fornecido à resolução das situações de congestionamento nestas áreas. Logo a seguir, mas a uma distância considerável, com cerca de 15% do total, fornece-se atenção à mobilidade interna e coordenação intermodal, onde se integram os projectos do Plano Rodoviário Nacional 1985 e os investimentos na ferrovia e nas infra-estruturas intermodais.

**QUADRO 3.1 – Programação Financeira por medida da IOT**

Medidas	Custo Total	
	Ecus (10 <sup>3</sup> )	%
Melhoria do acesso externo e inserção de Portugal nas redes transeuropeias rodoviárias	218 024	8,9
Melhoria do acesso externo e inserção de Portugal nas redes transeuropeias ferroviárias	84 690	3,5
Mobilidade interna e coordenação intermodal	370 714	15,1
Descongestionamento das áreas metropolitanas de Lisboa e Porto	1 685 371	68,7
Melhoria da eficácia económica dos portos	91 170	3,7
Assistência Técnica	3 209	0,1
<b>T O T A L</b>	<b>2 453 178</b>	<b>100,0</b>

Fonte: MEPAT/SEPDR, Infra-estruturas de apoio ao desenvolvimento, QCA II/PDR 1994/1999, Lisboa, MEPAT/SEPDR, 1994

Com apoio no Quadro seguinte, onde se apresentam as realizações do investimento para as medidas atrás referenciadas, é imediatamente observável a forte aposta no modo rodoviário (ainda que tivesse ficado cerca de 10 pontos percentuais abaixo do programado) em detrimento dos outros, nomeadamente do ferroviário.

**QUADRO 3.2 – Investimento elegível aprovado no âmbito da IOT**

Medidas	Custo Total	
	(10 <sup>3</sup> contos)	%
Melhoria do acesso externo e redes rodoviárias	53 150	14,0
Melhoria do acesso externo e redes ferroviárias	10 910	2,9
Mobilidade interna e coordenação intermodal	79 750	21,0
Descongestionamento das AML e AMP	219 850	58,0
Melhoria da eficácia económica dos portos	15 318	4,0
<b>T O T A L</b>	<b>378 940</b>	<b>100,0</b>

Fonte: DGDR, SIDReg,31/8/99

Tal constatação permite retirar a conclusão que o problema do congestionamento viário das grandes metrópoles levou vantagem às crescentes preocupações ambientais que se colocam, quer no contexto europeu quer no nacional, e que encontram no modo ferroviário, em termos de transporte de passageiros, melhor contribuição para a diminuição dos impactes, e que portanto, lhe confere um papel muito especial.

Razões objectivas, no entanto, explicam o forte impulso dado à rodovia em detrimento da ferrovia. A experiência adquirida com a execução do PRN85, em estado de maturidade quer ao nível dos projectos quer dos executores, que então contrastavam com os esquemas análogos para a ferrovia, constituíram uma realidade dificilmente contornável.

Observadas as questões que se prendem com as intenções de mudança, expressas pelas opções de política, importa ainda evidenciar outros aspectos com interferência no domínio em estudo, e entre eles reconhecer que Transportes e Ordenamento do Território são facetas indissociáveis, e assim, para enquadrar o

sistema de Transportes em Portugal (aliás como em qualquer outro espaço de diferente dimensão), é absolutamente fundamental perceber em que medida aqueles são condicionados e simultaneamente são condicionadores da ocupação do território.

Desde logo não pode deixar de se reconhecer que “A organização do espaço modelado pelo homem, quer no que respeita à estrutura da produção como à rede que lhe dá suporte, é explicável, em larga medida, pelo sistema de transportes existente em determinado momento. A estrutura da rede de lugares e a sucessão das localizações privilegiadas em cada época reflectem pois a evolução sofrida pelos transportes” (Salgueiro, Teresa Barata, Julho 1988). Mas em muitas situações, é o próprio desenvolvimento de pólos populacionais, normalmente nas periferias das urbes bastante povoadas, não raras vezes sem estudos prévios de ordenamento, e como forma de fugir à especulação imobiliária, que obrigam à criação de soluções para resposta às necessidades de mobilidade que então se colocam.

De acordo com os três últimos censos realizados, sendo o de 2001 ainda com valores provisórios, verificam-se crescimentos sucessivos da população de Portugal, com a particularidade de em apenas cerca de 18% do território, que se estende pelo corredor constituído pelas NUT III localizadas no litoral desde Viana do Castelo a Setúbal, ocorrerem igualmente concentrações crescentes, que vão de 60 % até cerca de 63 % da população do continente. Esta circunstância, que no essencial tem a ver com uma concentração populacional muito distinta e função da localização geográfica, e que claramente demonstra o efeito de “litoralização” a que se encontra sujeito o país, determina, de forma inequívoca, reflexos de dimensão e complexidade diferente aos sistemas de transportes disponibilizados. Em função da sua população, é comumente aceite a definição de três níveis para os principais agregados populacionais, na perspectiva da necessidade de distintas intervenções no domínio dos transportes.

1. As áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, cada uma com mais de 1,5 milhões de habitantes, que face à concentração de grande e diverso número de actividades, obriga à existência de sistemas de transportes complexos, que tendo características hierárquicas incluem transportes de todas as naturezas: urbanos, suburbanos, regionais, nacionais e internacionais.

2. A um segundo nível, consideram-se os aglomerados urbanos de média dimensão, ou seja, com concentrações superiores aos 45 mil habitantes, cujas principais características em termos de mobilidade assentam num sistema de transportes com uma estrutura razoável de ligações ao país, mais expressiva em termos regionais e relativamente reduzida no interior dos aglomerados urbanos.
3. Num terceiro nível tomam-se em linha de conta as cidades isoladas (sem proximidade com outros centros urbanos) de média dimensão, caracterizadas por redes urbanas pouco exigentes, com muitas das deslocações no seu interior a processarem-se através do transporte individual ou a pé. A este nível, a acessibilidade que sobretudo importa garantir ocorre a um patamar superior, através da qualidade e número de ligações regionais e nacionais.

É com base nesta estrutura hierarquizada em três níveis territoriais em que os transportes exercem o seu papel, que se analisam as suas principais facetas, numa óptica exclusivamente interna, não se manifestando de interesse proceder, nesta altura, a qualquer apreciação que envolva as ligações com o exterior, mas tão somente as que apresentam carácter nacional. Tal não significa que as ligações com o exterior não apresentem um papel preponderante na relação que Portugal deve prosseguir e reforçar com o exterior. Todavia, no âmbito deste trabalho e em termos de diagnóstico, não se afigura relevante, embora seja obrigatório referenciar a sua importância na altura em que se equacionam as tendências para o Sector a médio prazo, que irá compreender o período em que irá estar em aplicação o 3º Quadro Comunitário de Apoio.

### 3.1.2. Transporte Rodoviário

Relativamente às infra-estruturas rodoviárias, e de acordo com estatísticas produzidas pelo EUROSTAT em 1995 mas com valores referenciados a 1993, observa-se que a rede de estradas de Portugal apresentava naquela data a 3ª mais baixa densidade da Europa dos 12, na ordem dos 74 km de estrada por 100 km<sup>2</sup> (km/100km<sup>2</sup>), em claro contraste com as de países como o Reino Unido (159 km/100km<sup>2</sup>), o Luxemburgo (174

km/100km<sup>2</sup>), a Itália (271 km/100km<sup>2</sup>) ou a Bélgica (460 km/100km<sup>2</sup>), que apresenta claramente o valor mais elevado, em oposição com a Espanha que ostenta a mais baixa densidade com apenas 32 km/100km<sup>2</sup>. Tais números são bem reveladores do atraso em que o país se encontrava relativamente aos seus parceiros europeus, 7 anos decorridos depois da sua integração na União Europeia, circunstância que ditou a partir desse momento, como uma das primeiras prioridades, um reforço da execução do Plano Rodoviário de 1985 (PRN 1985). Na sequência desta posição, a rede rodoviária nacional tornou-se consideravelmente mais densa, tendo entre 1987 e 1998 crescido cerca de 15%, valor que passou para 55%, quando o ano de comparação passou a ser o seguinte, agora já sobre o efeito do PRN2000, que tendo entrado em execução em 1998, assumiu uma nova filosofia, nomeadamente em termos da nova classificação das estradas, facto que exige alguma cautela na análise da última variação.

Em paralelo com o aumento da rede rodoviária, verificou-se uma melhoria significativa da sua qualidade que, conjuntamente, procurava dar satisfação a um dos pressupostos previstos na integração de Portugal na UE e que consistia na rápida adequação aos padrões europeus, como forma de assegurar uma célere e livre circulação de pessoas e bens. A ilustrar o esforço feito no domínio qualitativo é de registar que no mesmo período atrás assinalado, ou seja, entre 1987 e 1999 a rede de auto-estradas aumentou cerca de 7 vezes.

Apesar do empenho que desde então se tem vindo a registar, que conduziu ao crescimento muito acentuado das estradas nacionais e também à melhoria da sua qualidade, verifica-se todavia a manutenção das assimetrias, sobretudo no domínio da densidade da rede. Como se pode observar na figura que se segue, a rede nacional não cobre de forma harmoniosa o espaço nacional, sendo claramente constatável a sua maior densificação no litoral, com excepção do litoral alentejano.

Sem surpresa, uma observação mais atenta permite constatar que aquelas assimetrias para além de ocorrerem entre o litoral e o interior, ostentam também disparidades entre o Norte e o Sul, facto que traduz uma correspondência evidente entre as regiões do país mais densamente povoadas, mais industrializadas e onde se localizam as cidades de maior dimensão.

FIGURA 3.1 – Rede Rodoviária Nacional – PRN2000



Fonte: Instituto das Estradas de Portugal  
(<http://www.iestradas.pt/interPRN>, 20/05/2002)

A configuração da rede demonstra de algum modo o sentido inverso seguido, face às pretensões manifestadas com a adesão à União Europeia e também em função do pretendido com a aplicação do PRN1985, que era o de diversificar e qualificar a rede de estradas. Após mais de 10 anos de implementação, o PRN85 deu origem a um novo Plano Rodoviário Nacional, designado por PRN2000, que foi aprovado em Julho de 1998 e que na essência pretendeu dar resposta às insuficiências detectadas anteriormente, face aos novos desenvolvimentos sócio-económicos ocorridos após a adesão de Portugal à União Europeia. Entre outros aspectos importa dar nota da introdução de um nova categoria de estradas, as regionais, com interesse supra

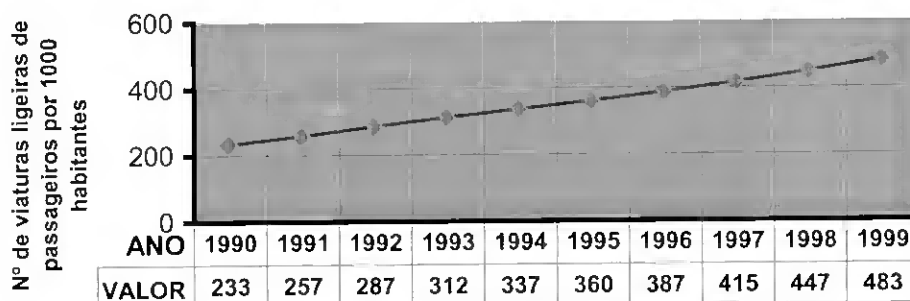
municipal e complementar à anterior Rede Rodoviária Nacional, esta constituída na sua vertente fundamental por itinerários principais para assegurar ligações entre os principais centros urbanos, e pela complementar que inclui as vias que visam estabelecer as ligações de maior interesse regional bem como as principais vias envolventes e de acesso nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto.

Neste contexto de diversificação da rede rodoviária, com conseqüente densificação, que pretende em primeira instância dar resposta à crescente necessidade de transporte, em paralelo, cria condições à implantação de novas actividades económicas, dando assim suporte ao crescimento das cidades.

Em correspondência com o impulso dado com a construção das diversas estradas, têm-se assistido nos últimos anos a uma grande expansão da utilização do transporte rodoviário, tanto ao nível do transporte individual de passageiros como no domínio do transporte de mercadorias. No que concerne ao transporte individual de passageiros tal é confirmado por intermédio de um conjunto variado de indicadores. A título ilustrativo, e como um dos referenciais mais importantes para medir o volume potencial de deslocações que proporciona, um dos indicadores com interesse refere-se à taxa de motorização, que se apresenta no gráfico seguinte.

Tomando por referência o valor atrás indicado para o crescimento de 55% da rede de estradas no período de 1986/1999, verifica-se que a evolução da taxa de motorização foi bem mais significativa, já que aumentou, no mesmo período, duas vezes e meia, valor que excede 2, quando a comparação envolve apenas a última década. Tal circunstância é bem sintomática da aceleração a que se vem assistindo nos últimos anos quanto à expansão do automóvel particular. De facto, e em termos comparativos com a média europeia, os últimos dados conhecidos permitem afirmar, com base em estatísticas do Eurostat, que em 1997 Portugal apresentava uma taxa de motorização que se aproximava sensivelmente dos valores médios europeus, com valores da ordem dos 415 veículos por mil habitantes, próximo da média europeia verificada três anos atrás e que se fixou nos 423 veículos/1000 habitantes.

GRÁFICO 3.1 – Evolução da Taxa de Motorização (Continente)

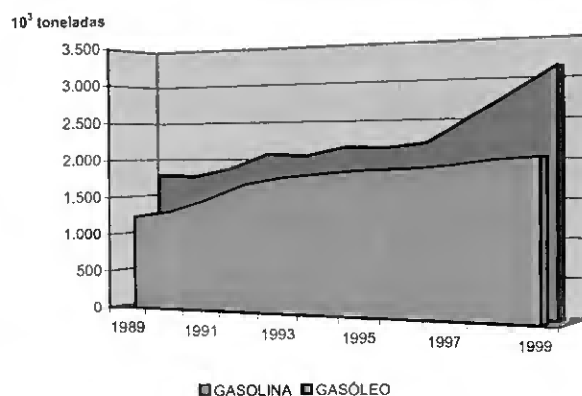


Fonte: Estatísticas dos Transportes e Comunicações, INE, 1990-1999

No que respeita à localização das zonas onde este aumento em relação à taxa de crescimento médio do país é melhor observável, não pode deixar de se constatar a coincidência que ela é maior nos distritos onde menor é a concentração de população residente em áreas urbanas, e paralelamente também onde menor é a penetração da rede de estradas.

Se a taxa de motorização traduz o aumento muito significativo do parque automóvel nacional, a inferência para o aumento da mobilidade em transporte individual não é automática, porque associado com aquela é necessário ter conhecimento do nível da sua utilização. Todavia se associarmos a taxa de motorização com a evolução das vendas de combustível para o sector dos transportes, já se torna possível, com um grau de aproximação muito razoável, retirar conclusões quanto ao aumento da mobilidade decorrente do uso do automóvel.

GRÁFICO 3.2 – VENDA DE COMBUSTÍVEIS (SECTOR DOS TRANSPORTES)



Fonte: INE, Estatísticas dos Transportes e Comunicações, 1989-1999

A observação do gráfico permite desde logo constatar o aumento significativo do consumo de gasóleo, facto que contribui de modo muito importante para a quase quintuplicação das vendas de combustível para a utilização do sector dos transportes, no período de 1989 a 1999.

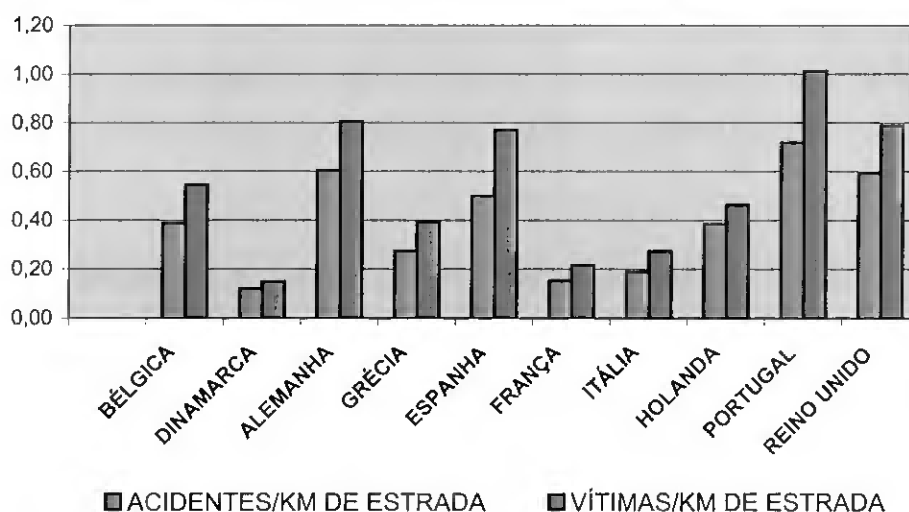
Embora nos últimos anos se tenha verificado um aumento relativo do número de veículos ligeiros a utilizar o gasóleo como combustível, de um modo geral, é possível associar o gasóleo ao transporte pesado de passageiros e mercadorias e a gasolina ao transporte individual de passageiros.

Em termos muito gerais, e em síntese, pode afirmar-se que o aumento da mobilidade de pessoas e bens está a ser assegurada sobretudo pelo transporte rodoviário, que manifesta nos últimos anos um aumento da eficiência (traduzida na capacidade de percorrer maior número de quilómetros com a mesma quantidade de combustível), já que apesar do aumento do número de veículos em circulação e do aumento dos quilómetros percorridos, a mobilidade proporcionada por este subsector evolui de modo muito evidente.

Para concluir a análise sobre os aspectos que caracterizaram a evolução do Sector dos Transportes no período em análise, não é possível deixar de mencionar a sinistralidade, uma vez que esta, constituindo uma *proxy* da qualidade das estradas, corresponde a uma das facetas mais negativas do desempenho deste Sector, verificando-se em termos comparativos com valores da União Europeia para o ano de 1993, as piores *performances*, quer no que se refere ao número de acidentes quer ao número de vítimas, uns e outros relativizados à dimensão da rede de estradas.

Avaliando-se a evolução da sinistralidade de uma forma absoluta, verifica-se que a mesma tem comportamento negativamente crescente, face sobretudo ao aumento do número de feridos que é da ordem do 62%, uma vez que o número de mortos, embora elevado, estabiliza em termos anuais a partir de 1993, em valores próximos dos 2000. Todavia, estes resultados não devem ser analisados de modo isolado, pelo natural enviesamento em que se incorre se não se tomarem em linha de conta outros elementos associados com a sinistralidade.

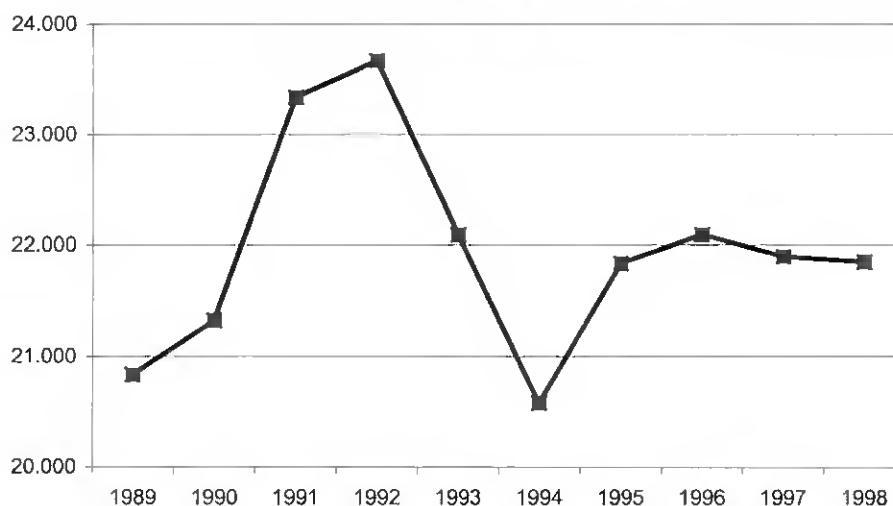
**GRÁFICO 3.3 – Sinistralidade na Europa em 1993**



Fonte: Eurostat 1995; Federação Rodoviária Internacional.

Tal como se viu na figura anterior, quando a referência é a dimensão da rede de estradas, tem igualmente interesse tomar em linha de conta a mobilidade, uma vez que sendo uma realidade o seu aumento, a respectiva inclusão para efeitos de análise merece ser considerada. Para leitura do gráfico que se segue há que ter em consideração que de acordo com estudos realizados pela Direcção Geral de Viação, a sinistralidade é considerada como danos humanos – mortos e feridos – admitindo-se que os feridos representam cerca de 30% do valor dos mortos.

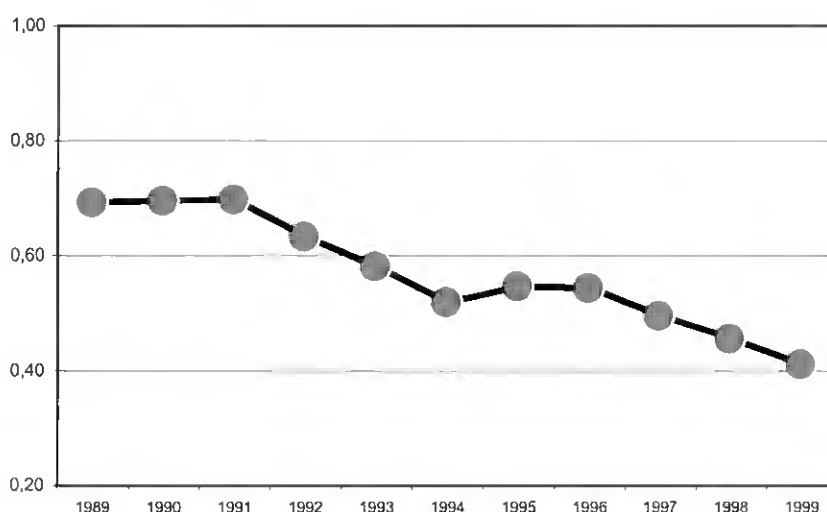
**GRÁFICO 3.4 – Evolução da Sinistralidade em Portugal**



Fonte: Estatísticas dos Transportes e Comunicações, INE, 1985-1998

Tomando agora em consideração o aumento da mobilidade, expresso por exemplo, através de um indicador que tem por base a venda de combustível, os resultados obtidos, revelam uma situação que demonstra que a sinistralidade tende para a estabilização e que a relação da sinistralidade com o consumo de combustíveis tem tendência decrescente, o que em termos práticos permite concluir que a mobilidade rodoviária cresce mais rapidamente que a sinistralidade absoluta. No gráfico que se segue representam-se os valores que decorrem da relação entre a sinistralidade (tal como definida no parágrafo anterior) e o consumo de combustível (medido em  $10^6$  hl).

**GRÁFICO 3.5 – Evolução da Sinistralidade/Consumo de Combustível**



Fonte: Estatísticas dos Transportes e Comunicações, INE, 1985-1999

Para além do conjunto de considerações acabadas de produzir, e que revestem um carácter geral sobre o transporte rodoviário de passageiros, tem interesse, no sentido de um maior aprofundamento da realidade portuguesa e face à importância que representam no seu total, proceder, ainda que de modo breve, a uma análise do sistema suburbano e urbano. Para além da sua importância, o interesse resulta também da circunstância já atrás evidenciada, e que se reporta aos padrões de povoamento bastante desequilibrados e em linha de correspondência com novos modos de vida das pessoas. A este nível tem-se assistido ao crescimento das periferias das principais aglomerações urbanas, com um claro esvaziamento do seu centro tradicional, para o que tem contribuído, entre muitos outros factores, e de modo bem evidente, a política de solos que reveste um carácter de acentuada especulação, bem como a melhoria do nível de vida das famílias. O alargamento da área em que as necessidades de transporte se

colocam é uma realidade incontornável, e a maior mobilidade que induz traduz-se num número maior de deslocações entre a periferia e as grandes cidades, onde se localizam os empregos, com concentração no início da manhã e no final da tarde, originando os tão característicos períodos de ponta. Sendo estas as deslocações mais significativas, convém igualmente ter presente que a modificação dos hábitos de vida, e a crescente concentração das actividades nas grandes urbes, vem também implicar uma maior sobrecarga nos sistemas implantados.

Uma consequência imediata desta sobrecarga é a transferência parcial de passageiros para o transporte individual, com muitas deslocações a realizarem-se desde sempre com recurso ao automóvel, e com resultados que não podem deixar de se considerar altamente penalizantes para quem, obrigatoriamente, tem que vivenciar tal realidade. O congestionamento no interior das cidades, com tendência crescente para se alongar nos principais acessos, as consequentes perdas de tempo, sinónimo de improdutividade, aumento de consumo de combustível, com influência negativa, em termos económicos no crescendo das importações, e no domínio ambiental, através do aumento da poluição sonora e atmosférica, aumento da sinistralidade, para além dos não contabilizados efeitos no domínio (ou falta dele) emocional e psicológico.

De um modo geral constata-se um aumento da oferta e da procura de transporte de passageiros em meio urbano, sobretudo à custa do transporte em autocarro. Mas para a generalidade das situações, e nos tempos mais recentes, tem-se vindo a assistir a uma quebra da procura, revelando transferência para o transporte individual, o que na prática se traduz por um efeito de causa e efeito na ineficácia do sistema de transportes colectivos. A partir de tal constatação, e fundamentalmente para as áreas metropolitanas, têm-se vindo a melhorar os sistemas, com particular ênfase no esforço empreendido na expansão e instalação da rede do metropolitano.

É o sinal claro que à escala urbana a melhor forma de garantir a mobilidades das pessoas passa pelo recurso a modos que invertendo o sentido do congestionamento, contribuam de modo mais eficaz para o ambiente e para a qualidade de vida dos cidadãos, conferindo-lhe a tão importante e imprescindível perspectiva de sustentabilidade.

### 3.1.2. Transporte Ferroviário

O transporte ferroviário é dos modos que apresenta mais vantagens em termos ambientais, e que na actualidade tem vindo a ser considerado como particularmente importante devido principalmente aos seguintes aspectos:

- ✓ tem consumos de energia reduzidos e apresenta uma menor intensidade de impactes ambientais, nomeadamente ao nível da qualidade do ar;
- ✓ tem garantido menores riscos no domínio da segurança, o que confere um efeito mais positivo ao nível da sinistralidade, apresentando reduzido número de acidentes.

O facto de ser o modo de transporte com maior capacidade, quer na deslocação de pessoas, quer na movimentação de mercadorias, em associação com as vantagens atrás assinaladas, faz deste modo um dos que mais decisivamente pode contribuir para melhorar os sistemas de transportes, muito em particular nas grandes metrópoles, com evidentes benefícios no domínio do ambiente.

À semelhança do que se observou para a rede rodoviária, igualmente, e através da observação da figura seguinte, a rede ferroviária revela uma distribuição não uniforme ao longo do território nacional. Mais uma vez as zonas junto ao litoral são as melhores servidas, continuando a verificar-se a excepção para o litoral alentejano, embora de modo não tão acentuado.

No contexto nacional a principal linha é a designada Linha do Norte que liga as duas principais cidades do país e que se estende até Braga. Não é apenas a circunstância deste eixo ferroviário ligar as três principais cidades continentais, que faz dele o mais importante. Na realidade, concentrando-se ao longo do mesmo os pólos populacionais mais expressivos, quer por efeito da sua densidade quer do ponto de vista urbanístico, natural se torna que ao longo do mesmo se observe maior desenvolvimento do poder económico.

Da análise às características da rede ferroviária, uma primeira constatação que não pode deixar de se salientar é a grande diversidade da infra-estrutura em serviço, verificando-se a existência de vias largas, duplas, electrificadas, até à simples via

estreita. Os últimos dados disponíveis, que se referem ao final de 1999, revelam que cerca de 82% da rede é ainda em via única, o que desde logo evidencia os problemas operacionais com que se confronta a gestão, face à falta de flexibilidade de exploração da infraestrutura.

FIGURA 3.2 – Rede Ferroviária Nacional



Fonte : REFER (Rede Ferroviária Nacional)  
 (<http://www.refer.pt/pt/exploração.php>, 20/05/2002)

Tal situação resultou em grande medida da falta de perspectiva que quase sempre os governantes tiveram relativamente a este modo de transporte, que sendo de algum modo compreensível, face aos vultuosos investimentos que a ferrovia exige, o certo é que a realidade do caminho de ferro em Portugal, tem sido genericamente reconhecida como tecnologicamente atrasada, quer no domínio das infra-estruturas quer no do material circulante.

De modo a alterar esta situação, em 1988, o Governo aprovou o Plano de Modernização e Reversão dos Caminhos-de-ferro, cuja conclusão esteve prevista para 1994. Sem surpresa, a execução do Plano atrasou-se e 2001 passou a constituir a sua data limite, o que também viria a não ser cumprido. Importa referir que este Plano apontava para a melhoria dos aspectos que tornam qualquer modo de transporte competitivo, e que no essencial têm a ver com o aumento da qualidade do serviço, a conseguir através de ganhos ao nível dos tempos de percurso, crescente conforto e garantia de maior fiabilidade. Para além destes aspectos, mas deles decorrentes, perspectivava-se um aumento da segurança global e a melhoria dos resultados de exploração.

Do ponto de vista estratégico, este Plano visou dotar o país de um grande eixo ferroviário Norte-Sul, sem estrangulamentos nem discontinuidades, e que assim garantisse efectiva competitividade à oferta rodoviária designada por IP1, que liga Valença do Minho a Vila Real de Santo António.

Na actualidade continuam a realizar-se algumas melhorias no sentido de fornecer expressão ao eixo atrás referido, prevendo-se apenas para o ano de 2004, cumprir com tal objectivo.

Objectivamente, contudo, não pode deixar de se concluir que este modo de transporte, apesar de constituir-se como o que apresenta maior capacidade de transporte, e que do ponto de vista ambiental é o que configura maiores potencialidades face aos menores impactes que gera, continua a não ser “observado” na sua devida importância, o que explica o atraso que não pode deixar de se lhe reconhecer.

### 3.2. No Algarve

#### 3.2.1. Aspectos Gerais

À semelhança da abordagem produzida para o sector dos transportes no Continente Português, quando a observação se restringe à região do Algarve, igualmente os modos a tratar são os que se revelam de interesse para o estudo, pelo que apenas o rodoviário e o ferroviário merecerão atenção particular.

Sobre o modo de condução da apresentação do sector na região algarvia, e porque esta é a área sobre a qual se perspectiva a aplicação do modelo de procura de transportes rodoviários de passageiros e tema central desta dissertação, algumas alterações serão introduzidas com o intuito de melhor esclarecer sobre o que representa este sub-sector dos transportes na região.

Não deixando de rebater sobre esta região alguns dos assuntos atrás tratados numa perspectiva nacional, as primeiras preocupações vão no sentido de proceder ao levantamento das infra-estruturas existentes, partindo daí para a caracterização da procura do transporte de passageiros, em termos dos diferentes tipos de ligações que se efectuam na região, sintetizando no final, em termos de diagnóstico, estes dois aspectos.

#### 3.2.2. Infra-Estruturas

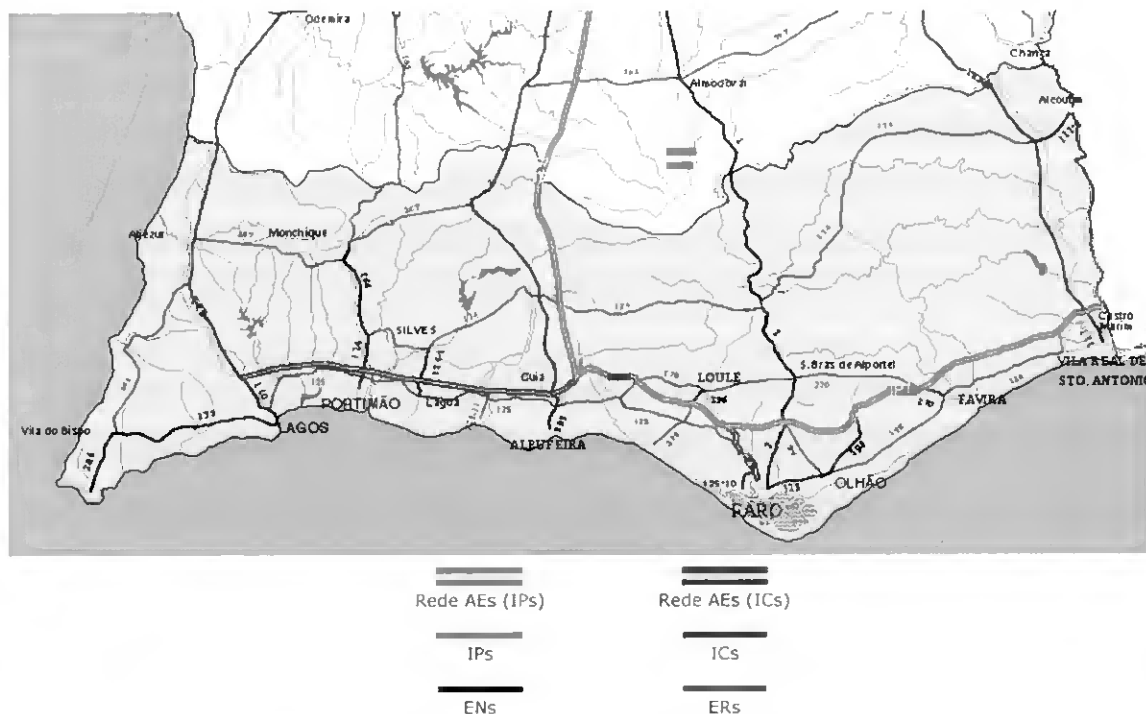
A região do Algarve caracteriza-se por possuir uma acessibilidade muito heterogénea consoante a zona onde nos situemos. À semelhança do referido para o Continente Português, também nesta região a parte mais litoral pode considerar-se como possuindo uma boa acessibilidade, que à medida que se caminha no sentido sul - norte, se vai nitidamente rarefazendo. Assim, a maiores concentrações urbanas correspondem maiores níveis de acessibilidade, factor que naturalmente condiciona a mobilidade da população consoante a respectiva localização.

Na figura seguinte apresenta-se o conjunto de localizações que no Algarve dão substância à acessibilidade à região, que incluem a totalidade dos modos que servem de suporte à mobilidade das pessoas no interior desta zona do País.

Em relação à Rede Rodoviária Nacional, e a partir do final de Julho de 2002, é de considerar que existem três vias com funções de hierarquia superior :

- ✓ a A2, que liga o Algarve ao exterior, por auto-estrada,
- ✓ o IC1, alternativa à A2 para ligar o Algarve ao exterior,
- ✓ e a ER125 (anteriormente designada por EN125) que atravessa toda a região no sentido longitudinal.

FIGURA 3.3 – REFERÊNCIAS DE ACESSIBILIDADES AO ALGARVE



Fonte: Instituto das Estradas de Portugal  
 (<http://www.iestradas.pt/interPRN>, 31/07/2002)

Até 1992, data de entrada em serviço do 1º troço da Via Longitudinal do Algarve (VLA) entre a Guia e a fronteira com Espanha, próximo de Vila Real de Santo António, a então EN125 era a única via distribuidora de toda a região. Na actualidade, esta via tem funcionado em complemento à VLA, no troço em que este existe (em 2000 foi acrescentado até Alcantarilha). O traçado da VLA, normalmente com um afastamento significativo das principais localidades – que vai dos 10 km a Faro a 4 km a Tavira – tem determinado dificuldades de acessibilidade a alguns desses aglomerados, e assim praticamente obrigam a ER125 a suportar tráfego que “não lhe devia pertencer”, o que para pequenos trajectos, apenas de alguma forma se justifica. Face à não conclusão da

VLA, no troço de Lagos a Alcantarilha, a resposta é dada forçosamente por aquela estrada regional, que funcionando como único acesso à zona litoral, não se estranha que a qualidade facultada seja quase sempre muito má, muito em particular no período estival.

No domínio da Rede Ferroviária a região é servida por duas ligações estruturantes:

- ✓ a linha do Sul que liga o Algarve a Lisboa,
- ✓ e a linha do Algarve (onde existe uma articulação em Tunes com a linha do Sul) que constitui o serviço regional desde Lagos a Vila Real de Santo António.

Na actualidade persiste a rotura de carga no Barreiro, praticamente em todas as ligações que se dirigem aos centros populacionais no exterior do Algarve. A excepção ocorre com carácter muito esporádico e em situações muito especiais (fins-de-semana no Verão, eventos de envergadura), com ligação do Algarve ao Porto. De resto pode afirmar-se que as ligações ferroviárias nacionais regulares com o Algarve, dois anos depois de se ter ultrapassado a barreira constituída pela anterior inexistência da linha ferroviária sobre o Tejo, continuam a ser exclusivamente asseguradas com a Área Metropolitana de Lisboa, e com recurso ao transporte fluvial. A partir de 2004 está anunciada a entrada em funcionamento da ligação directa entre o Algarve e Lisboa, situação que a par da electrificação em todo o seu percurso bem como de alterações significativas em parte substancial da linha férrea, poderá vir a determinar tempos de viagem compreendidos no intervalo entre as 2h45 e as 3 horas para a ligação entre Faro e Lisboa.

No que respeita à linha do Algarve, as condições deficientes de grande parte da via, quer do material circulante, que impedem velocidades aceitáveis, associadas à circunstância de algumas das principais estações se situarem normalmente distanciadas dos centros urbanos com maior importância, tem ditado uma sistemática degradação do serviço, que continua a ser competitivo nalguns troços comuns, apenas devido à prática de preços mais baixos que os apresentados pelas alternativas rodoviárias.

### 3.2.3. Situação Actual dos Transportes Colectivos de Passageiros no Algarve

A caracterização da situação actual no domínio dos transportes estrutura-se de acordo com o modo - e neste âmbito apenas no que respeita a passageiros sobre a via terrestre - e toma em consideração a importância das ligações existentes a partir da região bem como as que se produzem no seu interior.

#### 3.2.3.1. Ligações Nacionais

Desde logo há que destacar a grande importância do transporte individual no contexto da acessibilidade nacional, estando as principais ligações nacionais terrestres, a partir do Algarve, indubitavelmente associadas com o modo rodoviário.

Todavia, torna-se extremamente importante analisar cada um dos modos, colectivos e particular, uma vez que tratando-se da elaboração de um diagnóstico, avaliar as insuficiências que impedem um normal desenvolvimento dos transportes, nomeadamente no domínio das infra-estruturas existentes, contribuirá para um melhor conhecimento da situação e conseqüentemente para a identificação dos modos mais adequados para determinar uma melhor rentabilização das mesmas.

##### 3.2.3.1.1. Transporte Individual

A rede de suporte do transporte individual que permite a acessibilidade à Região, ou seja, as principais vias rodoviárias de comunicação intra e extra-regional no Algarve fazem-se por cinco eixos principais:

- O eixo ocidental constituído pela EN 120, longitudinal à Costa Vicentina e que apresenta troços bastante degradados, não fornecendo resposta adequada às necessidades de uma estrada de grande circulação - estando nesse sentido prevista a construção do IC 4, cujo traçado ainda não está totalmente definido, e que face às decisões políticas entretanto tomadas, seguramente ficará para construção após conclusão da VLA. Através da EN268 e do futuro IC4 são permitidas as ligações a toda a orla costeira Alentejana e a Sines, e a partir desta as ligações a Lisboa são efectuadas pelo IP8 até Grândola.

- O eixo central correspondente ao actual IC2 (anteriormente IP1), estrada principal de acesso ao Algarve até ao momento da entrada em funcionamento da auto-estrada Lisboa – Algarve (A2), que progressivamente foi ficando saturado face ao enorme crescimento do tráfego, não apenas de ligeiros mas também de pesados, em proveniência de ou com destino a Lisboa.
- A auto-estrada Lisboa – Algarve (A2), itinerário principal, que fornece as melhores condições de via e acede centralmente à região; apresenta-se naturalmente como o eixo privilegiado no que se refere à captação de fluxos de tráfego nacional, sendo de esperar que os congestionamentos anteriormente ocorridos, em particular na época estival, deixem de se verificar.
- O eixo oriental relativo à EN 122 (Beja - Vila Real de Santo António), sensivelmente paralelo ao Rio Guadiana, cujas características não são adequadas a uma estrada de acesso à região – exigindo a construção do novo IC 27. Através deste eixo é possível aceder às localidades mais interiores do Alentejo. Na zona de Beja existem ligações a Lisboa pela EN121 e o IP8 , com ligação à A2, ou a Évora onde já se encontra em funcionamento a A6/IP7.

Não se incluindo nas estradas de âmbito nacional, merece referência particular o eixo longitudinal que liga o Algarve à Andaluzia por auto-estrada através da VLA. Com a construção do recente troço Ayamonte - Huelva; ficou assegurada através de Sevilha a ligação por auto-estrada, do Algarve a todo o continente Europeu, em condições que para algumas localidades se apresenta mais vantajosa que a ligação através da auto-estrada Lisboa – Algarve, nomeadamente por razões de distância e de preço de utilização. Importa referir que este eixo se encontra ainda incompleto, no que respeita às ligações orientais a partir de Alcantarilha, e também relativamente aos respectivos acessos.

A observação do quadro 3.3 que se apresenta na página seguinte, confirma a diferente importância das três vias de penetração do Algarve atrás referidas, sendo perfeitamente sintomáticas as diferenças de valores, que sem receio de errar, estarão associadas às características inadequadas ao tráfego de acesso à região, quer devido ao

desajustamento do traçado e da sinalização, quer devido ao atravessamento de inúmeros aglomerados urbanos.

**QUADRO 3.3 - TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL – ALGARVE  
(Automóveis Ligeiros)**

POSTO	TMDA			VARIAÇÕES (%)		MOTORIZAÇÃO (%)		
	1985	1990	1999	$\Delta$ 90/85	$\Delta$ 99/90	1985	1990	1999
773 - Aljezur	1321	1.398	3.344	5,8	139,2	71,0	75,0	74,0
775 - Alcoutim	842	735	869	-12,7	18,2	76,0	80,0	72,0
804 - S.Marcos	3792	6.304	11.245	66,2	78,4	77,0	75,0	83,0

Fonte: Recenseamentos de Tráfego de 1985 e 1990 (J.A.E.) e de 1999 (I.E.P)

No que se reporta à motorização evidenciada no quadro, a tendência é para o crescimento do peso do automóvel ligeiro no total dos transportes motorizados, sendo esse aumento mais significativo naturalmente nos eixos que possuem maior qualificação.

#### 3.2.3.1.2. Transporte Colectivo Rodoviário

Na sequência do exposto para o transporte individual, que em grande medida é explicado pelas infra-estruturas de suporte, é absolutamente compreensível o crescimento que se vem assistindo no transporte colectivo por autocarro. De facto, sendo o único meio que possibilita ligações directas do Algarve a Lisboa, bem como ligações, não directas mas diárias, aos principais centros urbanos do país, não se estranha que a sua atractividade seja substancialmente mais expressiva no contexto dos transportes colectivos, incluindo o aéreo.

Todavia, existem lacunas que se prendem principalmente com os acessos a determinadas localidades com importância regional, mais uma vez devido a insuficiências da rede de estradas, muito em particular no troço da VLA entre Alcantarilha – Lagos, que naturalmente se traduzem em penalizações nos tempos de viagem.

## 3.2.3.1.3. Transporte Colectivo Ferroviário

Em função das características da via, já anteriormente referidas, a acessibilidade fornecida por este modo nas ligações nacionais pode considerar-se insatisfatória. Uma das principais razões prende-se com a obrigatoriedade de recurso ao transporte fluvial para o atravessamento do Tejo, bem como parte dos passageiros serem ainda forçados a transbordo no entroncamento da linha do Sul com a linha do Algarve, em Tunes. Para além dos incómodos causados por estas duas roturas de carga, existem ainda problemas associados com as limitações impostas pela existência de via única, o que em termos de exploração implica restrições na capacidade de gestão dos serviços e velocidades de circulação pouco competitivas. Para além dos serviços inter-regionais, com um sistema de paragens diversificado ao longo de todo o percurso, e tempos de viagem da ordem das 5H30, existe o serviço Intercidades, que liga, de modo directo, Faro a Lisboa, com excepção dos transbordos assinalados, com níveis de conforto mais favoráveis e tempo de viagem da ordem das 3H45.

Não sendo assunto que tenha merecido atenção muito particular, nem dizendo respeito ao espaço nacional, à semelhança do que foi referido para a rodovia transfronteiriça junto a Vila Real de Santo António, ainda assim a ligação ferroviária ao sul de Espanha, em concreto ao grande centro urbano que é Sevilha, poderia vir a tornar-se uma via de extrema importância. Estando previsto num futuro a médio/longo prazo a ligação Lisboa a Madrid através de comboio de Alta Velocidade, e igualmente equacionado pelas autoridades espanholas o restabelecimento da ligação Huelva a Sevilha, onde já chega de Madrid o comboio de Alta Velocidade, nestas circunstâncias uma boa ligação entre Lisboa e Faro (a concretizar até 2004), seguida até Vila Real de Santo António, constituiria uma alternativa de grande impacto para a região e também para o país. Basta para tanto entender a importância do turismo em toda esta zona da Península Ibérica para que de imediato seja equacionável um reordenamento modal para as deslocações já hoje existentes e potencialmente a serem geradas, que constituiria do ponto de vista estratégico o fecho da malha, senão totalmente em Alta Velocidade, pelo menos em boas condições de conforto e tempo de viagem. Colocada a questão desta forma o que se afigura problemático é não equacionar-se desde já a situação em termos prospectivos, e não em termos da sua insuficiência actual, por inexistente.

### **3.2.3.2. Ligações Regionais**

#### **3.2.3.2.1. Transporte Individual**

As ligações regionais que se estabelecem entre os principais aglomerados do litoral Algarvio suportam-se fundamentalmente na ER125, que apresenta um traçado longitudinal, unindo os extremos do distrito além de possuir apenas uma pista por sentido, salvo raras excepções, com duas pistas por sentido nos troços mais densamente utilizados que se concentram nas periferias de Faro e Olhão, faz atravessamentos em locais com bastante tráfego. Para além desta via, que continua a ser em termos regionais, a de maior importância, há ainda a VLA, que unindo a fronteira espanhola a Alcantarilha, tem uma vocação distinta, justificando-se para percursos, normalmente superiores aos 40 km, uma vez que as suas ligações estão normalmente distanciadas dos centros urbanos que servem, tornando-se o ganho da velocidade que proporciona não compensador face ao tempo facultado pelo recurso à ER125.

As restantes ligações regionais entre o litoral e o interior onde existem aglomerados com alguma dimensão são concretizadas por estradas nacionais diversas com um ponto em comum: condições de circulação e segurança com mais ou menos deficiências, particularmente devido à existência de serventias distintas e ocupações marginais. De facto, em praticamente todas elas misturam-se tráfegos de diversa natureza – nacional, internacional, local e regional – que tendo objectivos e velocidade diferentes, acabam por provocar situações críticas do ponto de vista da segurança.

#### **3.2.3.2.2. Transporte Colectivo Rodoviário**

O transporte colectivo rodoviário apresenta uma cobertura que é função do peso dos aglomerados que serve. Assim, junto ao litoral existem carreiras que passam no interior das principais localidades, sendo praticamente inexistentes os serviços de ligação às estações de caminho de ferro, e entre os principais pólos e o interior.

Não se estranha que tal aconteça, fundamentalmente por duas grandes ordens de razões, que sendo distintas acabam por concorrer para que a mobilidade no interior seja

reduzida, para a qual apenas o transporte individual, particular ou público, praticamente constitui a única resposta possível. Por um lado, a circunstância de a região ser servida por dois operadores privados que pertencem a um mesmo grupo económico e naturalmente assumem a lógica do lucro no desenvolvimento das suas actividades. Por outro lado, uma fiscalização insuficiente e uma legislação inadequada à realidade actual, que conjuntamente não viabilizam uma oferta pública de transporte em condições para satisfazer as necessidades das populações que estão fracamente concentradas e apresentam dimensão reduzida.

Do ponto de vista local, ou urbano propriamente dito, e porque o transporte colectivo tem características suburbanas, também aqui o transporte individual é praticamente a resposta, sendo raras as excepções onde existem serviços de autocarro que promovem as deslocações no interior dos aglomerados populacionais mais expressivos, e mesmo assim, quase sem excepção, as viagens ultrapassam o perímetro urbano, atingindo periferias próximas. A fraca dimensão populacional de outras localidades, onde eventualmente se justificasse assegurar maior mobilidade interna, é apontada como razão para a inexistência de serviços colectivos em autocarro, mas situações há que poderiam ser estudadas com recurso a soluções mais adequadas e praticadas noutras localidades fora da região, nomeadamente os táxis colectivos, já em operação nalgumas localidades na área de atracção da cidade de Beja.

#### 3.2.3.2.3. Transporte Colectivo Ferroviário

O transporte ferroviário serve praticamente o litoral Algarvio, através da linha do Algarve, que liga Lagos a Vila Real de Santo António. O traçado da linha no troço que liga Faro a Lagos encontra-se bastante descentrado relativamente aos principais aglomerados, como é o caso de Albufeira e Quarteira, e igualmente distante dos centros turísticos mais importantes da região, tais como, Praia da Rocha, Albufeira, Vilamoura e Vale do Lobo.

A juntar a esta situação, e exactamente no troço em apreço, as condições da via, e nalgumas situações, o material circulante utilizado, não permitem velocidades

compatíveis com os desejos dos clientes e facultados pelos transportes “concorrentes”, pelo que a degradação do serviço arrasta ao desvio de passageiros.

Como referido no ponto anterior, não se processando a devida articulação com os transportes rodoviários, excepção feita a Albufeira, e ainda assim em condições insatisfatórias, a actual procura é fundamentalmente justificada pela prática de tarifas mais baixas que as apresentadas pelos modos alternativos compatíveis.

#### 3.2.4. Diagnóstico Síntese

Feita a caracterização da situação actual no domínio dos transportes terrestres, revela-se com interesse, nesta fase, proceder a uma clarificação, de uma maneira mais sintética, dos principais constrangimentos com que a região se confronta no domínio dos transportes rodoviários e dos transportes ferroviários de passageiros, e que no essencial dão expressão ao diagnóstico, que foca em particular os aspectos que têm condicionado uma evolução mais consentânea com as necessidades da Região, em termos de acessibilidades e suas consequências ao nível da mobilidade.

Quanto ao transporte rodoviário há que reconhecer que se encontra numa fase de grande expansão, que pode considerar-se mais como resultado, quer da falta de condições de funcionamento apresentada pelos outros modos de transporte, quer pela relativa facilidade como se adapta ao tipo de procura a que dá resposta - sazonal e de lazer.

A melhoria das acessibilidades efectuadas e previstas para a rede rodoviária têm tido uma forte influência e continuarão a estimular o crescimento do transporte individual e do transporte colectivo rodoviário, no entanto, a crescente preponderância do primeiro sobre o segundo, com impactes negativos, nomeadamente ao nível dos congestionamentos e no domínio ambiental, são factos que exigem tomadas de posição que tentem inverter tal situação. Para além do mais, as acessibilidades que têm promovido uma maior mobilidade, não têm contribuído para uma maior homogeneidade desta, uma vez que o efeito de “litoralização” a que progressivamente se vem assistindo, torna a mobilidade do interior mais problemática e praticamente dependente do transporte individual.

Ainda neste âmbito, outros estrangulamentos importantes que se têm observado prendem-se com as infra-estruturas existentes e os papéis que desempenham, sendo uma clara evidência o facto de as entradas e saídas do Algarve se concentrarem, em termos práticos, num único ponto, a inexistência de uma ligação transversal completa na região e da inadequação de alguns troços da Via do Infante para o desvio do tráfego de atravessamento regional. Esta circunstância em particular traduz-se em impactos muito expressivos sobre a ER125, que assim acaba por ter funções muito diversas com consequências complexas na serventia que proporciona.

Em síntese, os problemas são sentidos nas ligações:

- inter-regionais, pela não finalização do IP2 e do seu prolongamento através do IC4, a ocidente, (ligação através da Costa Vicentina), e do IC27 (ligação Vila Real Santo António-Beja);
- intra-regionais, pela não conclusão da VLA entre o nó de Alcantarilha e Lagos, com a conseqüente concentração de tráfego na congestionada ER125;
- inter e intra municípios, verificando-se na maior parte das estradas traçados com problemas ao nível da largura de via e de pavimentação;

No que respeita ao transporte ferroviário a realidade actual aponta para o seu fraco desempenho devido à má qualidade do serviço prestado, quer no que se refere à difusão de passageiros a partir de Lisboa e da zona norte do país (dadas as dificuldades de atravessamento do rio Tejo e das condições de funcionamento da Linha do Sul), quer no que se refere às ligações internacionais (não existe conexão com a rede espanhola a sul). Os actuais tempos de percurso entre Lisboa e Faro, que variam entre as 3H45 e as 5H30, e a rotura de carga introduzida pela travessia do Tejo, são dois aspectos demasiadamente penalizadores para que o comboio funcione como alternativa de ligação ao nível nacional.

O simples facto de se concluir a ligação Coina - Pinhal Novo permitirá desde logo diminuir o tempo de percurso para 3H15 e evitar o transbordo barco - comboio no Barreiro. Por outro lado, a introdução do comboio pendular, mesmo sem intervenção na geometria da linha actual, poderá ainda permitir a redução desse tempo de percurso para

as 2H45, o que transformará o comboio num modo de transporte bastante atractivo, nomeadamente em relação à rodovia.

Também no interior da Região, o potencial deste modo de transporte, está condicionado pelas condições da via e do material circulante. Vias simples, não electrificadas, comboios obsoletos, deficientes estruturas intermodais e desadequação do traçado face às concentrações populacionais, justificam a falta de competitividade, não se posicionando como uma alternativa interessante ao modo rodoviário.

## ***CAPÍTULO 4***

### **CARACTERIZAÇÃO DO ALGARVE**

---

#### **4.1. Introdução**

Tendo em consideração a multiplicidade e diversidade de estudos e análises realizadas sobre o Algarve, que incluem análises de caracterização regional, neste capítulo sistematizam-se as informações disponíveis, procurando alargar o âmbito de apreciação, sempre que possível, à última década.

De acordo com a intenção que justifica a inclusão deste capítulo, a abordagem a efectuar apenas recairá sobre os temas considerados de maior interesse, sempre na óptica de poder vir a facilitar a compreensão do fenómeno dos transportes rodoviários de passageiros na Região e da sua interferência na melhoria da qualidade de vida da sua população, e igualmente a sua contribuição para o não defraudar das expectativas de muitos milhares de turistas que nos visitam.

#### **4.2. Situação Geográfica**

O Algarve situa-se no extremo ocidental da Península Ibérica, ocupa a faixa sul do território português, coincidindo territorialmente com o distrito de Faro. Esta região

ocupa cerca de 6% da superfície do país, o que representa sensivelmente 5000 km<sup>2</sup> e compreende 16 concelhos e 84 freguesias. A região está limitada a Norte pelo Baixo Alentejo, a Oeste e Sul é banhada pelo Oceano Atlântico e a Este está separada de Espanha pelo rio Guadiana.

Apresentando uma posição marítima privilegiada face ao Atlântico e ao Mediterrâneo, mas igualmente deixando observar uma localização periférica em termos nacionais e europeus, a realidade mostra que aquele potencial benefício não tem sido confirmado, pelo que não tem constituído uma mais valia com vista à redução das diferenças de desenvolvimento entre a região e o centro europeu.

O Algarve apresenta áreas de desenvolvimento diferenciadas, em grande medida por razões de natureza sócio-económica, que ao longo do tempo têm vindo a sofrer influência de diversa ordem, nomeadamente demográfica e geográfica. Neste aspecto concreto, vale a pena referenciar as características particulares em termos orográficos, que conduzem à identificação de uma faixa litoral que se estende de sul para norte até às primeiras elevações do barrocal, sub-região natural, que conjuntamente com a anterior ocupam uma extensão da ordem dos 20% da Região, e que constitui zona de transição para a serra, zona montanhosa que a separa do Alentejo.

### 4.3. Situação Demográfica

A dinâmica demográfica da Região, tem vindo a ser caracterizada desde a década de 60, por saldos naturais ou fisiológicos continuamente decrescentes, e simultaneamente por saldos migratórios de sinal contrário, mas compensadores, que são função da capacidade atractiva do Algarve sobre outras regiões. Sem alterações de significado ao longo das últimas 4 décadas, pode afirmar-se que persistem fenómenos na Região que acentuam a configuração do seu perfil demográfico, que pode sintetizar-se nos seguintes aspectos:

- descida das taxas de natalidade e fecundidade, que não possibilitam a reposição geracional, a primeira, todavia, a apresentar uma ligeira retoma nos dois últimos anos da década;

- índices de envelhecimento crescentes bastante acima das médias para o país, por via, sobretudo, da crescente melhoria dos níveis de assistência no campo da saúde;
- movimento das populações do interior e sua fixação no litoral;
- afluxo de indivíduos de outras regiões do país, e mais recentemente, de outros países, em número muito expressivo;
- o maior crescimento populacional no litoral a construir-se com base em indivíduos mais novos, com efeito no envelhecimento das zonas mais interiores.

No quadro seguinte apresentam-se os valores relativos a alguns dos aspectos atrás explicitados, disponíveis para os três últimos censos, bem como os referentes a dois dos anos entre estes dois últimos, com a intenção de fornecer a perspectiva quantitativa dos respectivos fenómenos.

QUADRO 4.1 – Indicadores Demográficos

INDICADORES	uni.	ALGARVE					PORTUGAL				
		1981	1991	1995	1999	2001	1981	1991	1995	1999	2001
População Residente	10 <sup>3</sup>	323,5	341,4	345,3	349,7	395,2	9.833,0	9.862,5	9.920,8	9.997,6	10.355,8
Estrutura Etária											
0 - 14 anos	%	21,1	17,9	16,4	16,1	14,6	25,5	20,0	17,6	16,7	16,0
15 - 64 anos	%	63,1	64,8	65,5	65,3	66,7	63,0	66,4	67,7	67,9	67,5
65 anos e mais	%	15,8	17,3	18,1	18,6	18,7	11,5	13,6	14,7	15,4	16,5
Taxa de Natalidade	‰	13,1	11,5	10,3	11,6	10,6	15,4	11,8	10,8	11,6	10,9
Taxa de Mortalidade	‰	11,9	12,6	13,3	13,5	11,6	9,9	10,5	10,4	10,8	10,2
Índice de Envelhecimento	%	75,2	96,9	110,3	115,7	ND	48,0	71,4	83,5	91,6	ND

Fonte: INE, Censos 1981, 1991(definitivos) e 2001 (provisórios), 1995 e 1999 Estimativas da População Residente e c. próprios.

A partir da década de 60 assiste-se a uma atracção populacional com importantes consequências na economia da região cujo tecido se vê dinamizado, nomeadamente, através da fixação de uma faixa etária jovem, atraída pelo aumento das oportunidades de emprego, e assim contribuindo para um aumento quantitativo dos recursos humanos disponíveis. A partir da década de 80, com a abertura da Universidade do Algarve, reforça-se aquela atracção, melhorando-se a componente qualitativa mediante fixação de quadros à região.

Assim, e não se perspectivando alterações significativas de sentido contrário subscreve-se a ideia de que “em termos futuros e atendendo ao sentido de evolução das últimas décadas é previsível que o Algarve continue a revelar-se uma Região atractiva, e na medida em que absorve populações de outras regiões do país e do estrangeiro, denota dinamismo e robustecimento dos factores produtivos.” (CCR-Algarve, 1997)

#### 4.4. Estrutura e Especialização Produtiva

No domínio da estrutura produtiva assistiu-se a uma especialização da base económica regional, baseada num modelo de exploração turística, que envolve a multiplicação desequilibrada da oferta de serviços de apoio associados, e em paralelo, a ausência de novas iniciativas e dos correspondentes investimentos com carácter estruturante no campo económico.

O Algarve transformou-se no principal destino turístico do país, tanto relativamente a estrangeiros como a nacionais, circunstância que permitiu que tivesse beneficiado de algumas infra-estruturas, equipamentos e actividades associadas. Todavia, e com apoio nas Estatísticas do Turismo do Instituto Nacional de Estatística para o ano 2000, e não podendo deixar de se reconhecer a importância decisiva da dimensão atingida pelo fenómeno turístico da região – 43,8% da capacidade de alojamento (camas), 51,6% das dormidas na hotelaria, cabendo aos estrangeiros um valor muito próximo dos 50%, valores comparativos com o todo nacional em 2000 - o certo é que aquela é conseguida e fortemente marcada por um pendor sazonal, uma dependência “perigosa” de um número muito reduzido de mercados e também por fragilidades em que a capacidade de acção é diminuta, como sejam a degradação dos preços e o aumento, dificilmente controlado, do alojamento não classificado.

O aumento da população residente num período reduzido (Junho a Setembro), em resultado da visita de emigrantes e da procura turística (segundo estimativas efectuadas pela Comissão de Coordenação do Algarve, nas épocas mais recentes, circulam por ano na Região cerca de 8 milhões de visitantes), determinam em alguns subsectores um padrão enviesado de organização das actividades, com efeitos imediatos

na precarização do emprego e no agravamento sazonal dos preços, com natural saliência nos sectores do comércio e da restauração e similares.

Para além deste forte impulso fornecido pela actividade turística, merecem referência alguns grupos de outras actividades, que embora apresentem menor dinamismo empresarial, e conseqüentemente menor capacidade empregadora, ainda assim têm assumido participações interessantes do ponto de vista do desenvolvimento económico da Região.

Em 1º lugar, de salientar a construção civil, e todo o conjunto de actividades satélites e com ela associadas a montante e jusante, que manifestou um protagonismo bastante interessante, e que em grande parte é uma resposta às necessidades criadas pelo crescimento da actividade principal da região. Igualmente com um desempenho meritório há que dar destaque aos diferentes serviços de apoio à actividade económica.

Paralelamente, os sectores tradicionais da actividade económica regional evoluíram de forma diferenciada, havendo domínios, como a agricultura e as pescas, que após momentos de crise conseguiram, em parte, reorientar as suas opções produtivas de acordo com as novas exigências e condições do mercado, usufruindo de novas facilidades em vários domínios logísticos (p.ex. transportes, distribuição). Outros houveram que praticamente deixaram de existir, não tendo conseguido reagir aos processos de desarticulação ditados pela insuficiente capacidade de adaptação a mercados mais competitivos, identificando-se aqui, entre outras, as conservas e a cortiça.

Pelo exposto se constata, face ao progressivo acentuar da situação descrita, dos perigos com que a Região se confronta, numa quase total dependência de um modelo económico eivado de graves insuficiências, já que a sua principal actividade, para além de possuir um expressivo carácter sazonal, não tem conseguido, até agora, gerar por arrastamento o crescimento ou o aparecimento de outras actividades dela não dependentes.

Em consequência deste modelo de desenvolvimento económico regional, a evolução do Valor Acrescentado Bruto (VAB) ressentiu-se, verificando-se naturais alterações, sendo de salientar, entre outros aspectos, os seguintes:

- entre 1970 e 1997, uma diminuição relativa da criação da riqueza regional, pelo sector primário (de 28,6% para 7,9%) e expansão do terciário (de 51,4% para 77,5%);
- no período 1990 a 1999 o contributo do Algarve para o Produto Interno Bruto (PIB) praticamente não sofreu alterações, rondando valores à volta dos 3,5%;
- quando a referência é o PIB *per capita*, o Algarve em 1999 apresenta uma contribuição próxima da média nacional, respectivamente de 2113 e 2160 milhares de escudos, apenas ultrapassado pela Região de Lisboa e Vale do Tejo, e de forma bem significativa, já que se afirma com um valor cerca de 40 pontos percentuais acima da média do país.

QUADRO 4.2 – Evolução do VAB por Sector de Actividade, do PIB e do PIB *PER CAPITA* no Algarve – década de 90

INDICADOR	UNIDADE:%									
	ANO									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>VAB / SECTORES</b>										
SECTOR I	10,2	9,2	8,1	7,2	7,4	6,9	7,6	7,9	ND	ND
SECTOR II	17,2	15,9	15,9	15,2	13,9	14,1	14,3	14,6	ND	ND
SECTOR III	72,6	74,9	76,0	77,6	78,8	79,0	78,1	77,5	ND	ND
<b>PIB (% do TOTAL)</b>	3,6	3,6	3,8	3,6	3,5	3,5	3,2	3,2	3,4	3,4
<b>PIB per capita (10<sup>3</sup> \$)</b>	1.042	1.203	1.398	1.415	1.472	1.585	1.623	1.739	1.977	2.113

Fonte: INE, Anuários Estatístico do Algarve 1997, Contas Regionais 1995, www.ine.pt e cálculos próprios.

NOTA: Valores do VAB estimados em 1996 e 1997 e do PIB de 1996 a 1999.

Esta especialização produtiva do Algarve, intimamente associada com o modelo de desenvolvimento económico centrado no turismo, e por arrastamento, nas actividades que lhe dão suporte directo – comércio e hotelaria, permite evidenciar algumas debilidades, que na essência justificam o percurso trilhado:

- ✓ relações intersectoriais regionais com um nível muito reduzido, com implicações directas na dependência externa, por ausência de alguns serviços de acompanhamento e manutenção em áreas de pós-venda e concepção;
- ✓ não concretização de intenções profusamente anunciadas quanto à necessidade de diversificação da base económica;

- ✓ forte dinamismo empreendedor, com elevadas taxas de natalidade e mortalidade empresarial, com resultado na obtenção da maior taxa de rotação das regiões do continente (31%), sobretudo observável nas micro empresas, que no Algarve praticamente representavam quase 90 % do total das empresas;
- ✓ deficiente qualidade da mão-de-obra, em resultado da forte mobilidade do sector primário para o terciário, normalmente com habilitações insuficientes e formação profissional inadequada.

#### 4.5. Estrutura do Emprego

No que respeita à estrutura do emprego da região do Algarve, também a sua evolução tem sido nitidamente influenciada pelo aumento do peso das actividades relacionadas com o turismo na economia da região. A deslocação da força de trabalho para aquelas actividades acentuou os fenómenos de sazonalidade na economia regional e agravou a repartição espacial dos postos de trabalho. O aumento da especialização da economia da região do Algarve tende a reforçar o carácter sazonal, o qual é explicado pela elevada concentração nas actividades ligadas ao turismo.

A análise do mercado de trabalho da região do Algarve nesta última década, e no que em concreto respeita à população empregada, revela uma posição dominante para os trabalhadores ligados ao alojamento e restauração e do comércio por grosso e a retalho. A evolução do emprego por sector de actividade é bem revelador das tendências atrás referidas, apresentando-se no quadro seguinte a contribuição percentual de cada sector no período em referência.

No mesmo quadro apresentam-se igualmente os diferentes valores calculados para as Taxas de Actividade e de Desemprego, para tornar possível uma melhor compreensão das respectivas evoluções ao longo da mesma década.

QUADRO 4.3 – Indicadores de Emprego no Algarve – Evolução na década de 90

UNIDADE: %

INDICADOR	ANO						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>POPULAÇÃO EMPREGADA</b>							
<b>SECTOR I</b>	10,6	10,6	12,2	12,5	12,5	10,7	10,0
<b>SECTOR II</b>	16,3	16,6	17,9	19,7	20,6	19,6	20,8
<b>SECTOR III</b>	73,1	72,8	69,9	67,8	66,9	69,7	69,2
<b>TAXA DE ACTIVIDADE</b>	45,4	44,6	44,7	44,6	47,4	47,2	47,5
<b>TAXA DE DESEMPREGO</b>	7,0	6,6	9,0	7,8	6,1	4,8	3,6

Fonte: INE, Anuários Estatísticos do Algarve 1994 a 2000.

A alteração das contribuições percentuais da população empregada em cada sector de actividade verificada entre 1995 e 1996, é resultado da diminuição da população empregada no sector dos serviços ter diminuído da ordem de 6 000 trabalhadores, facto que determinou, em parte, o aumento da taxa de desemprego em 1996.

Nos anos seguintes a tendência para a terciarização da economia não é tão notória no imediato, já que tendo havido recuperação do emprego, este faz-se sobretudo à custa da construção civil e da agricultura, retomando apenas a partir de 1998 a recuperação dos valores característicos da década para este sector de actividade, sendo o último ano conhecido claramente demonstrativo da situação descrita, em que as perdas se verificam sobretudo ao nível do primário, função das reorganizações no âmbito da produção de unidades deste sector, como referido atrás.

Contrariamente à esperada redução da taxa de actividade, como consequência do progressivo envelhecimento da estrutura demográfica regional, os dois últimos anos em observação desmentem tal expectativa já que apresentam os maiores valores do período. Todavia, tal como esperado, esta taxa é muito distinta de concelho para concelho, sendo os do interior claramente mais reduzidos, mas os do litoral normalmente ultrapassam a média nacional. Neste contexto importa deixar claro que as assimetrias regionais, em termos de população activa, tendem a agravar-se, uma vez que o índice de

envelhecimento da população é superior à média regional exactamente nos concelhos onde a taxa de actividade é mais reduzida.

Não sendo a estrutura do emprego uniforme na região, é natural que as concentrações humanas ocorram nos principais centros urbanos do litoral que polarizam trabalhadores residentes noutros concelhos. A este respeito importa salientar dois aspectos importantes na dinâmica do mercado de trabalho na região (AMAL, 1999).

- Albufeira e Faro são os concelhos que exercem maior efeito polarizador no mercado de trabalho, absorvendo mais de 20% de trabalhadores não residentes no próprio concelho;
- a população activa residente em Olhão e Silves é aquela que tem maior peso nos movimentos pendulares do mercado de trabalho, no que respeita à ocupação de postos de trabalho noutros concelhos.

Face a tudo o que atrás foi exposto, fácil é concluir que se identificam na dinâmica do mercado de trabalho da Região duas componentes: a deslocação da população activa do interior para o litoral e, no litoral, a atracção para os principais centros urbanos.

A indústria do Algarve tem um peso reduzido na economia regional e na indústria nacional. A preferência dos factores produtivos (capital e trabalho) e da iniciativa empresarial pelas actividades relacionadas com o turismo, os preços especulativos dos solos e a carência de mão-de-obra qualificada e de infra-estruturas, associadas à situação periférica da região face aos grandes mercados, explicam o fraco desenvolvimento do sector industrial. A estrutura industrial da região do Algarve é formada por micro empresas e pequenas empresas derivando a sua importância basicamente da fileira de negócios ligados à construção civil, que por sua vez tem sido impulsionado pela procura de habitação resultante do turismo, e também devido ao contributo das obras públicas.

Dentro dos serviços, importa esclarecer, de um modo mais quantitativo, a real importância do Turismo para o Algarve.

No domínio da oferta de alojamento, tal intenção é negada em termos absolutamente correctos face à impossibilidade de determinar o número de alojamento não classificado, que corresponde à soma dos alojamentos privados e “paralelo”. Assim sendo, a informação com rigor que pode ser disponibilizada restringe-se à que resulta da oferta registada oficialmente.

A oferta de alojamentos tem sido muito elevada na região, o que se encontra relativamente bem documentado no quadro 4.4, onde se evidenciam as alterações ocorridas ao nível da oferta (capacidade de alojamento) e também da procura (dormidas), ao longo de um período que cobre três décadas. A sua apreciação deixa claro que a evolução, a qualquer dos dois níveis, tem sido superior à registada no Continente, mesmo no último ano conhecido e referido, em que a existência da EXPO 98, contrariamente ao suposto, não determinou alteração no comportamento evolutivo. Tal evento teve todavia um efeito na diminuição da participação da capacidade de alojamento, já que regista para os quatro anos em observação o único decréscimo.

**QUADRO 4.4 – Capacidade de Alojamento e Dormidas de Residentes no Estrangeiro**

CAPACIDADE DE ALOJAMENTO (camas em 31/07)					DORMIDAS				
ALGARVE			CONTINENTE		ALGARVE			CONTINENTE	
Nº	Índice 1970=100	% do Continente	Nº	Índice 1970=100	Nº	Índice 1970=100	% do Continente	Nº	Índice 1970=100
6.905	100,0	19,1	36.138	100,0	173.216	100,0	4,6	3.748.299	100,0
34.115	494,1	39,4	86.644	239,8	5.271.651	3.043,4	69,5	7.581.062	202,3
55.139	798,5	45,3	121.755	336,9	8.123.888	4.690,0	65,6	12.380.274	330,3
85.096	1.232,4	44,2	192.456	532,6	13.625.846	7.866,4	71,1	19.169.830	511,4
85.738	1.241,7	43,8	195.570	541,2	14.571.472	8.412,3	51,6	28.253.124	753,8

Os últimos dados conhecidos mostram que na Região se localizam quase 45% da capacidade de alojamento do Continente e a quase totalidade dos aldeamentos turísticos nacionais.

O forte impulsionador da actividade turística nesta Região foi a construção do Aeroporto de Faro, em 1965, momento a partir do qual, como se constata no quadro anterior, a oferta tem progressivamente aumentado. Como se pode observar no quadro seguinte onde se dão conta das evoluções da oferta e da procura ao longo do quinquénio

95/99, observa-se alguma estabilização da oferta, excepto no último ano, à semelhança do que ocorre para a procura, com melhorias significativas nos dois últimos anos deste período.

QUADRO 4.5 – Evolução da Capacidade de Alojamento e das Dormidas por tipo de Alojamento no Algarve - 95 a 99

INDICADOR	1995		1996		1997		1998		1999	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<b>CAPACIDADE DE ALOJAMENTO (camas)</b>										
- HÓTEIS	38.077	46,2	38.646	45,9	34.289	40,5	36.019	42,3	50.763	50,6
- ALDEAM. E APART.	38.513	46,7	39.465	46,9	44.429	52,5	43.329	50,9	43.707	43,5
- OUTROS	5.885	7,1	6.028	7,2	5.863	6,9	5.748	6,8	5.895	5,9
<b>DORMIDAS NOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS (10<sup>3</sup>)</b>										
- HÓTEIS	7.020	53,5	6.783	53,9	6.142	46,8	6.385	46,9	7.006	48,5
- ALDEAM. E APART.	5.577	42,5	5.273	41,9	6.435	49,0	6.678	49,0	6.809	47,2
- OUTROS	527	4,0	522	4,2	549	4,2	563	4,1	618	4,3

Fonte: INE, Estatísticas do Turismo

O crescente afluxo de turistas estrangeiros teve como motivação o sol e a praia, que praticamente a partir da abertura do Aeroporto começou a ser divulgado por operadores turísticos.

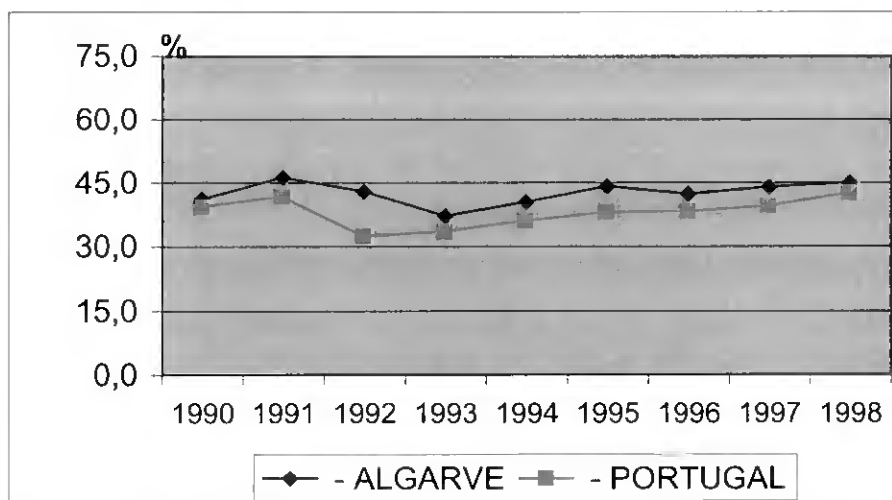
A pressão exercida por operações turísticas massificadas “obrigou” a um aumento rápido da capacidade de alojamento, que levou ao aparecimento de aldeamentos e apartamentos, estruturas flexíveis e com custos unitários bem mais reduzidos, assim como a sua qualidade. As consequências imediatas deste facto foram várias, salientando-se:

- ✓ a existência de duas fases de crescimento da oferta de alojamento – a 1ª suportada na hotelaria tradicional classificada que decorreu entre 1965 e 1974, e a 2ª que se iniciou a partir daí e praticamente até aos nossos dias, e em que começam a “florescer” os aldeamentos e os apartamentos;
- ✓ recurso a mão-de-obra pouco qualificada, com efeitos perversos na criação e consolidação da imagem de turismo de massa do Algarve.

Com base num quadro de exploração turística em que o sol e a praia constituiu a motivação principal para os operadores de grande potencial da Europa encaminharem os turistas para a ocupação de aldeamentos ou apartamentos, o modelo fez com que se enraizassem, até aos dias de hoje, três características facilmente reconhecidas e preocupantemente persistentes – concentração da procura em termos da origem dos turistas, concentração espacial e a sazonalidade

A oferta classificada no Algarve tem vindo a afirmar os aldeamentos turísticos e os apartamentos turísticos, verificando-se nos últimos anos uma ascensão destes sobre a hotelaria tradicional, fazendo com que o equilíbrio seja a tónica dominante. A oferta não está distribuída uniformemente por toda a Região: quase dois terços das camas de hotel e cerca de 75% da totalidade da oferta está concentrada em Portimão, Loulé e Albufeira. É também nestes concelhos que se encontra parte importante do alojamento mais qualificado, e onde o crescimento do número de camas tem sido mais elevado de há duas décadas a esta parte

GRÁFICO 4.1 – Evolução da Taxa de Ocupação por Cama no Algarve - 90 A 98



Fonte: INE, Estatísticas do Turismo

As taxas de ocupação dos estabelecimentos hoteleiros na região são superiores à média nacional, no entanto tem-se verificado a partir de meados da década de 80 uma quebra das taxas de ocupação médias por cama

Para além do produto “sol e praia” tem-se afirmado, particularmente nas duas últimas décadas, uma outra via de desenvolvimento turístico – o golfe – que em termos

internacionais tem uma grande projecção e constitui-se como um produto de interesse muito relevante para a Região. O poder de compra que normalmente lhe está associado, e a circunstância de ser praticado na época que alterna com a grande ocupação do Algarve, justificam o alargamento da oferta de campos, que inclusive já começou a expandir-se para o Sotavento, virtualizando uma cobertura mais equilibrada, o que não ocorre para o produto turístico de referência da Região.

#### 4.6. Ocupação do Território

O padrão de ocupação do território acompanhou o quadro evolutivo que tem como referencial o modelo de crescimento assente no turismo. A manutenção deste modelo de crescimento, quase em exclusivo apoiado no turismo do tipo sol e praia, enfatiza o conjunto de factores que motivam a concentração da actividade no Litoral e na faixa sul do Barrocal, circunstâncias que têm contribuído decisivamente para a ocupação diferenciada do território e impedido a criação de condições equivalentes de vida e de trabalho para as populações em todas as diferentes áreas do Algarve.

Relativamente à população residente, o Algarve é a Região que apresenta um maior número de centros urbanos dando substância a uma estrutura tradicional polinucleada. Apesar da expansão difusa das áreas urbanas, ainda assim é possível identificar duas redes de aglomerações com expressão significativa:

- Faro – Olhão – Loulé – S.Brás de Alportel;
- Portimão – Lagos – Lagoa – Silves.

A transformação da vocação económica do Algarve, com sinais bem evidentes e em acentuação progressiva, deu origem a alterações do modelo territorial, sendo claramente observáveis duas linhas de tendência:

- uma pressão sistematicamente mais intensa sobre os principais centros urbanos, em particular os que se apresentam mais dotados no campo turístico;
- uma redução dos dinamismos sócio-demográficos, económicos e territoriais das áreas que não pertencem ao litoral.

Sendo particularmente problemáticas as intervenções que conduzam à efectiva integração dos pequenos centros do interior, já que tal constitui a assunção da inversão da tendência persistente a que se vem assistindo, aquela não pode deixar de passar pelo reforço das acessibilidades transversais que permitam estabelecer ligações eficazes entre o litoral e o interior.

Aspecto particularmente importante na abordagem ao padrão de ocupação do território do Algarve tem a ver com a população flutuante. Tendo presente o modelo de desenvolvimento da região, é facilmente compreensível o fenómeno desta parcela significativa da população, sendo exigível uma análise que contemple as diferentes vertentes em jogo, e que passam pela necessidade de dar respostas adequadas à concentração geográfica e temporal, nomeadamente no âmbito do dimensionamento das infra-estruturas.

O aprofundamento da especialização económica e funcional exerceu igualmente forte influência sobre a estruturação do espaço regional, dando origem a uma concentração espacial das actividades económicas, à desarticulação urbana com efeitos perniciosos na qualidade urbanística e ambiental e à pressão sobre a capacidade instalada em infra-estruturas básicas e complementares.

A caracterização da região do Algarve permitiu conhecer, de um modo muito genérico, a forma de organização do espaço, dos recursos e de algum modo, também vislumbrar as potencialidades da economia da região. A informação obtida permite extrair algumas conclusões acerca da realidade económica e social da região.

Esta análise constatou que o Algarve não é um espaço homogéneo, existindo consideráveis assimetrias entre o litoral e as restantes partes que a constituem. A distribuição da população, a estrutura produtiva, a estrutura sócio-profissional e a distribuição tem gerado níveis de desenvolvimento diferenciados na região do Algarve, que se tornam mais evidentes à medida que se caminha do litoral para o interior da região. Embora a “vontade” dos poderes públicos seja explícita no sentido de reduzir as assimetrias existentes nas áreas mais interiores, o certo é que continua a assistir-se a movimentos migratórios no sentido do litoral e dos centros urbanos, pelo que a “litoralização” com base nas áreas do interior apenas tem agravado as disparidades intra--regionais.

## *CAPÍTULO 5*

### **MODELOS DE PROCURA DE TRANSPORTE**

---

#### **5.1. Introdução**

Constitui hoje uma realidade, praticamente inquestionável, que os decisores e os responsáveis pelo planeamento dos transportes, se confrontam na actualidade com um conjunto de questões de muito maior amplitude do que as verificadas anteriormente, particularmente no decurso dos últimos trinta anos, período em que as investigações sobre esta matéria tiveram um desenvolvimento significativo. Os interesses que se colocam agora ao planeamento e às políticas a implementar não podem deixar de incluir questões de “acompanhamento” da segurança, eficiência, igualdade e sustentabilidade do ambiente, às quais acrescem as já tradicionais, e que se relacionam com o investimento e com o congestionamento.

A modelação da procura de transportes constitui um parte importante do processo de planeamento dos transportes, e tanto mais significativa quanto maior for a abrangência da perspectiva com que os mesmos se observam, com implicações em maiores exigências naturalmente ditadas pela complexidade dos trabalhos a desenvolver. Os modelos devem pois responder a novas necessidades de planeamento, e no final deverão contribuir para a avaliação e concepção das opções de política.

Um modelo de transportes é uma representação simplificada de um sistema complexo. Um bom modelo de transportes deve basear-se numa teoria económica sólida e deve ser capaz de reter os elementos considerados mais importantes para aplicações particulares (Ortuzar *et al.*, 1994). Para além do mais, o modelo deve ser suficientemente transparente de modo a deixar perfeitamente clarificados os pressupostos estabelecidos.

Os modelos com especial interesse no âmbito da presente Tese, são sobretudo aqueles que possuem uma natureza estratégica, ou seja, o tipo de modelo que pode ajudar a determinar opções de política relativas a investimentos, preços e regulação dos sistemas de transporte, não se reduzindo, portanto, os respectivos objectivos à simples avaliação individual dos esquemas de investimento do transporte para um determinado espaço em particular.

A avaliação destes esquemas requer, normalmente, estudos mais detalhados, recorrendo, por exemplo, a análises custo-benefício, dentro da estratégia global sugerida pelo modelo estratégico.

As principais características a observar tendo presente a perspectiva estratégica, apontam para que os modelos com esta natureza devam:

- operar a um nível espacial agregado;
- ter a capacidade de prever a procura de viagens no longo prazo (20 a 30 anos);
- ser capazes de explicar mudanças de longo prazo nos padrões do ordenamento do território;
- permitir uma interacção tão perfeita quanto possível entre o ordenamento do território e os transportes, face às fortes interligações entre eles;
- ser capazes de explicar a competitividade entre os vários modos de transporte.

## 5.2. Evolução da modelação da procura de transportes

A literatura sobre modelação de transportes, que teve as primeiras referências com significado há cerca de três décadas, era dominada pelo método das quatro etapas, destino único, propósitos separados e baseado em viagens diárias. Neste tipo de modelos a área em estudo é dividida num conjunto de zonas espacialmente contíguas em termos de geração e de atracção de viagens. A procura era estimada utilizando o processo sequencial das quatro etapas, que compreendia a geração de viagens, a distribuição de viagens, a repartição modal, concluindo-se com a afectação aos diferentes itinerários. Devido à falta de interacção com as questões de ordenamento do território, o sistema apresenta características “fechadas” tal como pode também ser considerado como unidireccional uma vez que não permite qualquer “feedback” sobre os custos da viagem no processo de geração de viagens. Com características mais operacionais, há que levantar o problema do sistema associado à escolha zonal. Na realidade este aspecto é crítico para o desempenho do modelo, já que diferentes zonamentos podem conduzir, por vezes, a conclusões contraditórias. Assim, um princípio geral em uso é recorrer a tantas zonas quanto possível, na esperança de que a homogeneidade interna das zonas resultantes e as diferenças entre elas possam ser maximizadas (Oppenheim, 1995).

O crescente desencanto com este tipo de modelo levou ao aparecimento, a partir dos anos sessenta, dos modelos de procura comportamentais, igualmente conhecidos como modelos desagregados, porque a unidade de observação sobre a qual operam é o viajante individual. Os modelos de procura comportamentais baseiam-se em noções de maximização da utilidade e na escolha do consumidor (BTE, 1998).

Nos trabalhos iniciais, o desenvolvimento dos modelos comportamentais concentrou-se apenas na escolha da viagem pura e simples, independentemente do modo de transporte. Mais tarde a abordagem de modelação estendeu-se de modo a cobrir também outras escolhas para viajar.

Os modelos comportamentais proporcionam meios de complementaridade, no sentido em que podem ser usados para validar os resultados fornecidos por análises “agregadas”, bem como se constituem em alternativas, quando são adequadamente agregados, às análises baseadas em zonas.

Nos anos setenta foram feitas tentativas para associar os modelos de transporte com os modelos de ordenamento do território, que conduziram aos chamados modelos “de transporte conectados com o uso do solo” (*linked land use-transport models*). Estes modelos incorporam o efeito dos custos de transporte nas decisões de localização das famílias e das empresas. Contudo, eles falham ao não associar, como no caso do modelo tradicional de quatro etapas, a procura total de viagens directamente com os custos de viajar.

Os modelos integrados uso do solo – transportes começaram a surgir com alguma popularidade a partir dos anos oitenta. A questão chave da abordagem integrada tem a ver com o facto do comportamento de viajar ser modelado como resposta aos sinais dos preços, nomeadamente custos de transporte. A integração é alcançada através do reconhecimento explícito de dois modos de interacção entre sistemas de ordenamento do território e de transportes, bem como mediante a incorporação de um vasto conjunto de teorias (tais como, microeconómica, entropia ou informação, utilidade aleatória, tempo geográfico, económica e teorias económicas de bem estar) e técnicas de modelação (tais como interacção espacial, utilidade aleatória e modelos de *input-output*, e programação matemática). Uma síntese de várias teorias e técnicas é-nos fornecida por Webster et al. (1988, pp. 31-37). A abordagem integrada constitui na actualidade o estado de “boa prática” na modelação do transporte urbano e tem sido usado de um modo geral no planeamento de transportes e análise de políticas, embora o seu âmbito permita promover maiores progressos.

À excepção dos modelos de procura de transporte comportamentais, que se sustentam em dados individuais, todos os três restantes tipos de modelos de transporte dependem de dados agrupados baseados em zonas. Tal circunstância, no entanto, não deve conduzir a um menor interesse na utilização dos modelos comportamentais, já que na actualidade constituem-se como a principal alternativa à análise zonal agregada. Para além do mais muitas formas funcionais utilizadas na análise zonal têm a sua origem nos modelos de procura comportamental.

Para concluir o estado da arte no domínio da modelação da procura de transportes, há que fazer referência às abordagens baseadas na actividade, que se centram na representação do espaço-tempo de padrões de actividade diária ou multi-

diária de diferentes tipos de famílias, e nas suas implicações no comportamento para viajar. Alguns investigadores, tais como Jones *et al.* (1983) e mais tarde Pendyala *et al.* (1997) produziram trabalho neste âmbito. Enquanto os primeiros apenas proporcionam uma breve cobertura do tema, os segundos tentam aplicar micro simulação ao tema, daí tendo nascido uma nova perspectiva para a análise baseada na actividade.

Entretanto os desenvolvimentos conhecidos até ao momento para este tipo de abordagem não avançou o suficiente de modo a ser considerado de facto como um novo tipo de modelo de procura de transporte sustentado, razão porque não será examinado neste trabalho, considerando mesmo que a apreciação a levar a cabo tenha um carácter muito sucinto.

Uma palavra final para um outro tipo de modelo de transportes muito geral, e que surge em paralelo com os modelos cuja ênfase se colocou fortemente, e durante muitos anos, no enriquecimento dos respectivos conteúdos comportamentais e na melhoria dos métodos de recolha de dados, através dos quais se pretendia aumentar a respectiva precisão, realismo e contribuir igualmente para a redução de custos. Aquele outro tipo de modelo, com a intenção de melhorar a modelação em transportes, apostou não apenas na utilização de dados facilmente disponíveis mas igualmente numa comunicabilidade mais simples em características e resultados. O grande mérito desta corrente de pesquisa, com impactos práticos muito significativos, tem a ver com os aspectos processuais, que sendo relativamente pouco exigentes, fornecem custos reduzidos e uma recolha de dados simplificada. Naturalmente que a ideia de não recorrer a qualquer modelo do tipo formal, significa que os decisores usam os seus próprios modelos “mentais” para tomar decisões. Tal pode, eventualmente, considerar-se muito mais poderoso e certamente mais sensível para as variáveis sociais e políticas do que os esforços matemáticos dos modelos formais.

Mas, entre outras desvantagens, este tipo de modelos têm um âmbito de utilização relativamente restrito, de que resulta grande dificuldade em discuti-los, com vista a aplicá-los em situações algo diversas em que foram concebidos.

### 5.3. Breve caracterização dos principais modelos de procura de transportes

#### 5.3.1. Modelo Tradicional a quatro etapas

Este modelo proporciona um modo útil de representar a procura de viagens em função do quadro complexo de redes que incluem um grande número de diferentes destinos, modos de transporte e percursos.

Um ponto forte deste modelo é a sua característica de sistema reversivo com uma relação causal unidireccional. Os sub-modelos estimam primeiramente o número total de deslocações geradas, e só então procedem, sucessivamente, à respectiva afectação aos destinos, aos modos de transporte e aos percursos integrantes da rede em estudo.

O sistema também é entendido como interactivo para as últimas três etapas, os de deslocação variam em função de situações de congestionamento. A iteração assegura que o padrão de viagens previsto está em equilíbrio com os custos das deslocações, no qual aquele se baseia.

Na figura 5.1 da página seguinte ilustra-se esquematicamente o modelo em análise e apresenta-se uma descrição sucinta de cada etapa.

#### ▪ Geração ou atracção das deslocações (viagens)

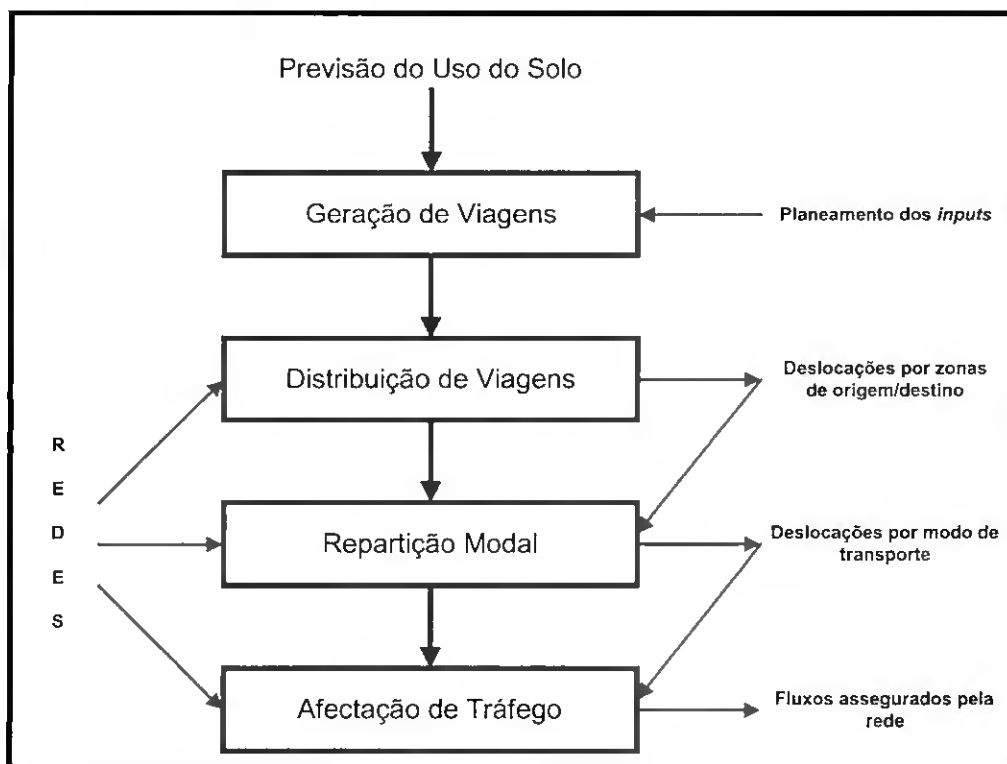
A cada origem faz-se corresponder o número total de viagens que aí se iniciam, e igualmente a cada destino associa-se o número total de viagens que aí se concluem. Normalmente é um modelo de regressão linear múltipla em que as variáveis explicativas poderão ser, entre outras, a população, o volume de emprego por sector de actividade e a taxa de motorização. De um modo geral pode afirmar-se que este tipo de modelo não apresenta qualquer relação entre o número total de deslocações e o nível geral da qualidade dos sistemas de transportes, pelo que em termos da sua utilização, o número total de viagens com origem numa dada zona não é alterado pelo facto de se melhorar a sua acessibilidade a outras zonas.

▪ **Distribuição das deslocações (viagens)**

Nesta etapa procede-se à distribuição do número total de viagens geradas em cada origem pelos vários destinos. É exactamente sobre esta fase do processo de modelação tradicional que maior variedade de modelos tem sido apresentada, reconhecendo-se como os mais utilizados e predominantes o gravitacional e o de oportunidades.

O modelo gravitacional é ainda na actualidade o mais utilizado no domínio dos transportes. A sua formulação mais genérica deixa transparecer a ideia de que a importância da atracção que determinado destino exerce sobre as deslocações que têm uma determinada origem é proporcional à sua “massa” e inversamente proporcional a uma função de distância.

**FIGURA 5.1 – Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Tradicional a Quatro Etapas**



Fonte: Button, 1977, pág. 117

A circunstância que torna este modelo muito utilizado prende-se com a multiplicidade de situações que podem aplicar-se para a definição de “massa” de um destino e também com a selecção de várias alternativas para a função

distância. De entre os indicadores mais habitualmente escolhidos para “massas”, salientam-se a população, o volume de emprego, a área coberta comercial ou industrial ou o número de viagens com início ou fim na zona em estudo.

Quanto à função distância, esta deve retratar de modo correcto a perda de poder de atracção à medida que aumenta a distância entre a origem da viagem e um potencial destino. Neste sentido as funções distância são normalmente do tipo potencial ( $d^\alpha$ ) ou exponencial ( $e^{-\beta d}$ ) em que os parâmetros  $\alpha$  ou  $\beta$ , são calibrados de modo a minimizar as discrepâncias entre os valores observados na realidade e os previstos pelo modelo.

#### ▪ Repartição Modal

Com base no conhecimento da matriz O / D (origem / destino), determinada na etapa anterior, há então que fraccionar as viagens pelos diferentes modos de transporte possíveis entre as duas zonas, ou seja, entre cada par origem / destino. A informação utilizada para construir os modelos de selecção nesta etapa do processo, é constituída, principalmente, pelas características de viagem da população e pelas características operacionais dos modos de transporte concorrentes.

#### ▪ Afectação do tráfego

Nesta última fase, procura-se, para cada conjunto de deslocações similares em origem, destino e modo de transporte, definir o seu percurso ao longo da rede, isto é, afectar esse conjunto de viagens aos arcos da rede pelos quais elas irão passar.

O processo de afectação pode tornar-se extremamente simples no caso de redes pouco densas e com baixos níveis de tráfego, em que a escolha do percurso, dada a origem, o destino e o modo de transporte é óbvia, e algumas vezes, única. Porém, existem situações em que o consumo de recursos, em termos de tempo e cálculo, é particularmente importante no conjunto das quatro etapas. Acontecem quando as redes são muito densas e estão sujeitas a frequentes fenómenos de

congestionamento. Nestas circunstâncias colocam-se problemas, nem sempre de fácil resolução, que normalmente assumem as seguintes características:

- a) a velocidade, e conseqüentemente o tempo de percurso, é variável em cada arco da rede, porque é função do número de veículos que o utilizam. A consequência imediata deste condicionalismo é a impossibilidade de definir o caminho mais curto, ou seja, mais rápido, entre dois pontos.
- b) a velocidade depende apenas do processo de afectação, pelo que o mesmo deve ser iterativo.
- c) qualquer indivíduo ao optar por uma determinada alternativa de viagem desconhece as escolhas feitas em simultâneo por outros indivíduos utilizadores da rede, o que se traduz pelo desconhecimento sobre a velocidade possível que vai encontrar em cada arco.

Nos primeiros anos em que se recorreu a este tipo de modelos foi praticamente a afectação “Tudo ou Nada” a que observou maior utilização. Neste tipo de solução todos os veículos que respeitavam a um determinado termo – origem, destino e modo de transporte – seguiam o mesmo percurso, independentemente de problemas que no mesmo pudessem existir, nomeadamente, congestionamentos. Esta técnica foi caindo em descrédito, face ao irrealismo dos resultados a que dava origem, passando-se a usar os modelos designados de “Afectação Incremental”, em que o conjunto de todos os veículos em acção na rede em estudo, é tratado em vários subconjuntos separados. A ideia subjacente a estes modelos é a de que numa situação de congestionamento, o tráfego se desdobra pelos diversos percursos existentes na rede, de tal modo que o tempo ou custo de viagem tende a tornar-se igual para as diferentes alternativas. O resultado é um equilíbrio que é considerado óptimo do ponto de vista individual, não sendo possível a qualquer utilizador melhorar o seu desempenho através da procura de um percurso de mais baixo custo ou tempo de viagem.

As principais críticas ao modelo tradicional assentam, basicamente, em quatro aspectos.

Sendo um modelo aplicado de um modo uni - direccional, começando na geração de deslocações e acabando na afectação do tráfego, deixa implícito que cada etapa é independente da que a precede. Este pressuposto traduz-se na não consideração dos custos de viajar no conjunto das determinantes que afectam o nível da procura. Em consequência as previsões determinadas pelo modelo de geração de viagens baseiam-se apenas em alterações do rendimento, gosto e outras variáveis que causam desvios na curva da procura, excluindo factores que causam movimentos ao longo da mesma (Button 1977, pag. 123). O insucesso em gerar parâmetros que especifiquem a intervenção do preço na procura de transporte, faz da abordagem tradicional um modelo incapaz de proceder a análise de políticas baseadas no preço.

Um segundo inconveniente do modelo em observação prende-se com a falta de consistência racional que incorpore todos os aspectos associados à procura (Oppenheim 1995). A procura de transportes é analisada ao longo das quatro etapas recorrendo a diferentes modelos ou abordagens, mas não de um modo integrado.

Uma terceira crítica, que está relacionada com a anterior, tem a ver com a falta de uma medida consistente com o bem-estar. O excedente do consumidor pode decorrer, por exemplo, da etapa de repartição modal através do recurso a um método comportamental de procura, mas não em qualquer outra etapa, face ao tipo de instrumentos analíticos utilizados.

Finalmente, um último inconveniente relaciona-se com o facto da análise estatística se basear em correlações de zonas. A utilização de grupos de dados tende a subestimar a variância das variáveis e assim conduzir a inferências inadequadas. Esta falha ocorre apenas nas análises baseadas em zonas; na modelação desagregada que utiliza determinados tipos de agregações, consegue-se minimizar o risco de realizar inferências incorrectas.

### 5.3.2. Modelo Comportamental

O modelo comportamental envolve a representação da escolha individual quando aos utilizadores do transporte se apresentam diferentes alternativas. As escolhas

relacionadas com as deslocações incluem frequência da viagem, tempo de viagem, destino, modo de transporte e percursos.

O modelo de procura de transportes comportamental difere do modelo tradicional a quatro etapas em dois aspectos importantes. Por um lado a análise é executada ao nível de uma tomada de decisão, quer dos indivíduos, quer por parte das famílias, em vez de se considerar resultante do tráfego de uma determinada zona. Por outro lado, estes modelos sustentam-se na teoria micro económica do comportamento do consumidor, em vez de se basearem em especificações *ad hoc*.

Depois de meados dos anos 80, era vulgarmente aceite que a modelação da procura de transporte devia ser baseada em informação resultante de escolhas observadas, ou seja, dados de preferências reveladas (Ortuzar *et al.*, 1994). Contudo, desde os finais da década de 70, que se verificou um desenvolvimento complementar à abordagem das preferências estabelecidas, com o propósito de superar falhas do método das preferências reveladas, tais como a incapacidade de abranger novas opções para o conjunto de escolhas para viajar.

Os modelos de procura de transporte comportamentais apresentam um conjunto de vantagens sobre os modelos tradicionais.

Desde logo, têm fundamento numa teoria sólida e digna de confiança, o que proporciona uma base segura para modelar o comportamento dos utilizadores de transporte de uma maneira consistente.

Igualmente podem considerar-se modelos flexíveis no sentido em que é permitida a inclusão de *feedbacks* nas decisões que anteriormente haviam sido tratadas como estritamente sequenciais.

Para além do mais, os modelos de procura comportamentais são sensíveis às políticas. As elasticidades directas e cruzadas podem ser utilizadas para estimular o efeito de alterações nas variáveis de política quer se fundamentem nos preços ou não.

Uma quarta vantagem tem a ver com o facto de as implicações no domínio do bem-estar, resultantes de mudanças de políticas, poderem ser avaliadas dentro do

próprio sistema, circunstância que na análise moderna dos transportes se revela de particular utilidade e interesse.

Mas os modelos comportamentais também apresentam algumas limitações face aos modelos tradicionais.

Uma limitação chave prende-se com a tendência para se concentrarem apenas numa parte do sistema de transportes, centralizando-se no lado da procura. A oferta de transportes não é explicitamente representada nestes modelos, limitando assim a sua utilidade no planeamento do sistema.

Finalmente, um outro contratempo destes modelos resulta da exigência de um número significativo de observações para efeitos de previsão. Esta questão pode ser superada até um certo limite através de agregação, mas o processo envolvido não é simples de utilizar.

### **5.3.3. Modelo de Transporte Conectado com o Uso do Solo**

Do ponto de vista histórico, as teorias que relacionam o uso do solo com os sistemas de transportes, têm-se desenvolvido de forma isolada uma da outra, embora a sua relação tenha sido bastante discutida e com alguma profundidade ao longo de muitos anos (Barra, 1989).

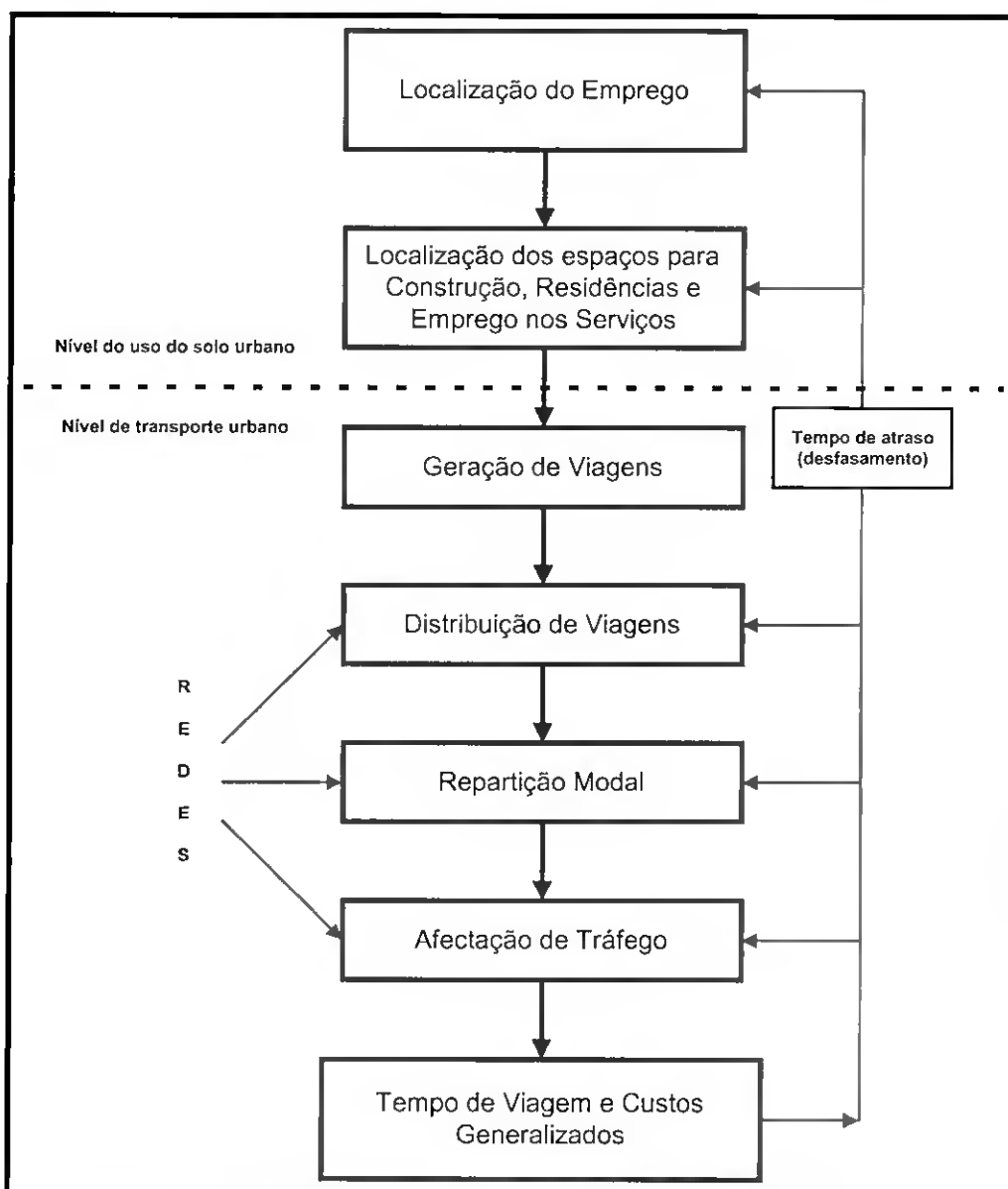
Nos primeiros trabalhos a investigação em transportes tratava as variáveis associadas com o uso do solo como sendo exógenas ao sistema de transportes. Todavia, depois de 1970, iniciaram-se as tentativas para combinar o uso do solo com os modelos de transporte tradicional a quatro etapas, de que resultou a primeira geração de modelos combinados. Exemplos de tais modelos incluem o denominado SELNEC (Wilson et al. 1969) com novas versões em 1971 e 1972, e os trabalhos de Putman (1973, 1975a, b, c).

No essencial, a principal característica destes modelos centra-se no facto de os modelos de transportes deixarem de tratar as variáveis relativas ao uso do solo como exógenas e simultaneamente as informações do sistema de transportes sobre os padrões

do uso do solo serem explicitamente reconhecidas. Deve-se a Barra (1989) a denominação destes novos modelos tal como na actualidade são conhecidos.

Na figura 5.2 apresenta-se a estrutura típica do modelo em análise, na qual é claramente observável que a conexão entre o uso do solo e o sistema de transportes é fundamentalmente conseguido através das variáveis de localização, tais como, população/habitação e emprego/locais de trabalho, para diferentes tipos de áreas/zonas.

FIGURA 5.2 – Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Conectado com o Uso do Solo



Fonte: Adaptação da figura 7.1 de Barra (1989), pág. 115

A abordagem típica desta modelação envolve a utilização de modelos de interacção espacial que se baseiam no conceito de maximização da entropia. Nestes modelos a noção de acessibilidade locativa (*locational accessibility*) está associada ao conceito que combina utilizações do uso do solo com o transporte de tal modo que este serve aqueles usos (Black, 1981, pag.23), e revelando-se assim como tendo um papel de destaque no processo de afectação.

Os modelos de interacção espacial que incorporam o conceito de acessibilidade locativa podem ser utilizados para simular relações entre o local de trabalho e o local de residência, e entre o local de residência e os locais onde se concentram as actividades dos serviços (lojas, escolas, lazer). Os *outputs* da modelação do uso do solo são utilizados como *inputs* do modelo tradicional nas quatro etapas que o integram. O tempo de viagem e os custos generalizados são calculados através da análise à procura de transporte nas redes que apresentam constrangimentos à sua capacidade.

Mediante o cálculo dos custos generalizados, dois tipos importantes de informação são incorporadas na estrutura do modelo: uma direcciona-se à etapa da distribuição de deslocações de um modo instantâneo, e o outro tem a ver com a localização das actividades de um modo desfasado, em concordância com a noção de acessibilidade atrás referida. A inclusão destes aspectos constitui um melhoramento apreciável face ao modelo tradicional, que assume uma relação causal unidireccional.

Tal como os anteriores modelos, também este apresenta algumas fragilidades. A principal prende-se com o facto de o modelo continuar a tratar a procura de transporte, ao nível da geração das deslocações, como sendo inelástica relativamente ao custo de viajar. Embora este aspecto seja aceitável para as viagens “obrigatórias”, tais como casa-trabalho e casa-escola, já o não deve ser para outros tipos de deslocação, como por exemplo as de lazer, em que muito provavelmente se verifica sensibilidade ao custo de viajar.

Existem ainda outros problemas, que o mentor deste modelo levanta e discute (Barra, 1989). O primeiro, tem a ver com a redundância do modelo de distribuição de deslocações no sistema de transportes, que ocorre quando a matriz de fluxos casa-trabalho (resultante do modelo de interacção espacial) é semelhante, e se a taxa de

viagens (deslocações por pessoa ou por família para um determinado período de tempo) é igual a um, e portanto idêntica à matriz de deslocações casa-trabalho. Nestas circunstâncias pode ser eliminada, sem quaisquer perdas, a interacção na parte correspondente ao modelo de distribuição de deslocações.

Uma questão final, relaciona-se com a utilização do método da média simples para o cálculo dos custos compostos médios. Para superar esta limitação Barra (1989) propõe uma correcção apoiada numa fórmula onde introduz parâmetros que não só dão conta dos modos de transporte disponíveis, como também relacionam a sensibilidade ao custo, a estimar através de um modelo *logit*. Este último aspecto ganha uma importância significativa, uma vez que a correcta especificação dos custos compostos constituem a base para o cálculo dos excedentes dos consumidores, que pode ser usado na avaliação de políticas alternativas.

#### 5.3.4. Modelo de Transporte Integrado com o Uso do Solo

A partir dos anos oitenta os modelos de transporte integrado com o uso do solo começaram a apresentar algum protagonismo, sendo-lhes reconhecido o mérito de constituírem um desenvolvimento dos modelos do tipo anterior, uma vez que claramente contribuíram para melhorar o conhecimento sobre as conexões complexas entre os sistemas de transporte e o uso do solo, e assim preencherem as necessidades de modelar estes sistemas de um modo integrado.

Este tipo de modelos envolve a utilização de uma grande variedade de teorias e técnicas. Entre outras teorias, recorre-se às de índole microeconómica, de entropia/informação, de utilidade aleatória, do tempo geográfico, de base económica e teoria económica do bem-estar. Do ponto de vista das técnicas incluem-se as de interacção espacial, utilidade aleatória, modelos de *input-output* e programação matemática.

Contudo, no centro das atenções dos modelos mais recentes está a combinação entre a maximização da entropia e as premissas da acessibilidade locativa, que constituem as bases da teoria da interacção espacial, com noções de racionalidade

económica de maximização da utilização e de escolha do consumidor (Southworth 1995).

Os modelos integrados de transporte e uso do solo (BTE, 1998) podem classificar-se em dois grupos:

- **modelos de previsão**, que se baseiam num conjunto de relações comportamentais. Têm como objectivo explicar os padrões de alteração do uso do solo e dos sistemas de transporte, e através de previsão ou avaliação, os impactos das alterações das variáveis exógenas ou das políticas impostas por esses sistemas.
- **modelos de optimização**, que apontam para o planeamento das configurações do uso do solo que deverão otimizar alguns objectivos da comunidade ou um conjunto de objectivos. Utilizam-se para avaliar uma dada política ou um conjunto de políticas em termos dos seus efeitos numa determinada função objectivo.

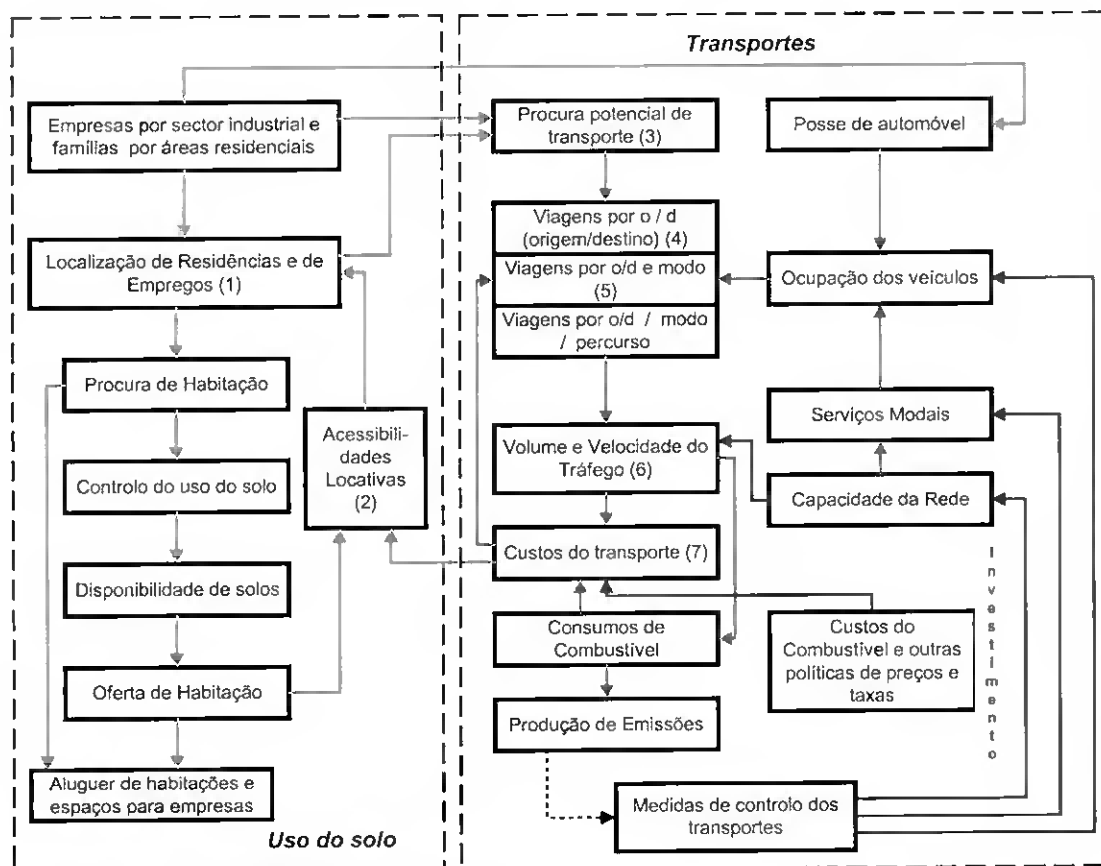
Dependendo dos objectivos, e eventualmente dos recursos informáticos disponíveis, os detalhes da representação variam de acordo com o tipo de modelo no que respeita ao sistema do uso do solo ou ao sistema de transportes. Os modelos que privilegiam o sistema de transportes tendem a ser mais detalhados na representação deste sistema, ficando o sistema complementar de uso do solo ilustrado de um modo muito mais agregado. O contrário também se aplica se o enfoque se dirige para o sistema de uso do solo.

Na figura 5.3 apresenta-se uma representação esquemática geral do modelo Transporte Integrado com o Uso do Solo, que no essencial consiste em dois sub-modelos, um para o uso do solo e outro para o sistema de transportes.

A representação do sistema do uso do solo é bastante simplificada, focando-se fundamentalmente nos componentes que interagem de modo mais directo com o sistema de transportes. Estes modelos têm sobretudo a intenção de explicar como se processam as escolhas espaciais para as localizações residenciais e de emprego. Como se observa na figura, estas são, no essencial, determinadas entre outros aspectos, em função das

acessibilidades locativas, que por seu turno dependem da atractividade da zona e dos custos de transporte.

FIGURA 5.3 – Diagrama Esquemático do Modelo de Transporte Integrado com o Uso do Solo



Fonte: Adaptação de Southworth (1995)

Assume-se que a distribuição espacial dos residentes e das empresas criam maior procura de transporte, o que naturalmente conduz ao desenvolvimento do sistema de transportes. A interacção entre a procura e a oferta através dos custos de transporte, constitui o núcleo das causas e efeitos relacionados com o sistema de transportes.

Os sistemas de uso do solo e de transportes são integrados através de um mecanismo de informações de retroacção entre os dois sistemas. O sistema de uso do solo fornece ao sistema de transportes as estimativas de localização e volume de deslocamentos. O sistema de transportes actua com o sistema de uso do solo através da noção de acessibilidade, frequentemente de maneira desfasada no tempo. Como parte integrante de tal acessibilidade encontram-se as alterações nos custos de transporte que

se tornam assim parte do mecanismo usado para realocar a mão-de-obra, residências e outras actividades económicas no tecido urbano.

Em função das suas potencialidades, este tipo de modelo é utilizado para prever padrões futuros de usos do solo e procura de transportes, através de introdução de alterações em determinadas variáveis exógenas, tais como, população e emprego. O cálculo das previsões, em particular para o longo prazo, depende em grande parte da dinâmica urbana estar incluída na estrutura do modelo. Para muitos modelos onde a calibração se baseia em dados sectoriais, as previsões têm tendência para serem apenas válidas no curto prazo. As projecções para o longo prazo exigem uma combinação de dados temporais e sectoriais, (dados de painel), já que apenas deste modo a dinâmica de interacção é convenientemente especificada no modelo.

As aplicações no âmbito das políticas comuns, classificam-se em três grandes categorias (Webster et al. 1988, pp. 136-138):

- **Políticas de Regulamentação**, que incluem todas as que regulam o uso do espaço ou do tempo. No primeiro destes domínios podem citar-se, como exemplos, as políticas de espaço reservadas a corredores “bus”, as relacionadas com o uso exclusivo a peões e as que controlam os parqueamentos. Exemplos de políticas com ligação ao tempo, referem-se as dos horários dos transportes públicos, ou nas situações em que ocorrem, por razões diversas, alterações específicas de tráfego.
  
- **Políticas de Preços**, que reúnem todas aquelas que se prendem directamente com os preços dos solos, da construção ou do transporte. Neste preciso sub-domínio incluem-se, por exemplo, a imposição de taxas para os combustíveis ou para emissões de produtos de natureza anti-ambiental, as portagens, os custos dos congestionamentos, encargos com os parqueamentos e subsidiação dos transportes públicos.

- **Políticas de Investimentos**, que congregam todas aquelas que afectam directamente a capacidade da rede de transportes, e como tal, com influência directa na velocidade das deslocações. A determinação do tipo e do nível de investimento constitui um dos problemas centrais para o planeamento dos transportes e para os decisores. Todavia, estas preocupações têm vindo a diminuir nos países mais desenvolvidos, já que se verifica crescimentos lentos da procura de tráfego devido aos baixos crescimentos populacionais, reduzido aumento dos rendimentos, e também elevados níveis de aquisição de veículos particulares.

Finalmente, importa referir a importância deste tipo de modelos face às possibilidades que têm em incorporar outros elementos que permitam avaliar políticas tendo em vista objectivos particulares. Neste âmbito, apresentam muito interesse, os que limitam o desenvolvimento das periferias urbanas, os que encorajam a utilização dos transportes públicos e assim reduzem a dependência do transporte individual, e os que conduzem à conservação de recursos, tais como tempo e energia. Estes modelos podem igualmente integrar um módulo económico detalhado que permita avaliar as implicações das várias políticas no bem-estar social.

Embora utilizados há mais de 20 anos, este tipo de modelos estão ainda nalguns domínios pouco desenvolvidos, estando naturalmente em aberto novos aperfeiçoamentos com vista à superação de alguns desafios que se colocam aos decisores e responsáveis pelo planeamento dos transportes.

Nos estudos realizados há uma questão tratada de modo pouco profundo a qual tem a ver com o encadeamento dos transportes utilizados, que tem aqui o significado de muitos destinos em áreas urbanas ocorrerem com múltiplos propósitos (trabalho, lazer, escola e outros). Uma consequência desta ineficiência pode ser a remoção de um destino, o que naturalmente afecta o conjunto de escolhas e assim interfere com as probabilidades de deslocação calculadas pelo modelo respectivo.

Outro aspecto considerado também como menos bem tratado, tem a ver com a modelação da actividade de transporte em hora de ponta. A questão que normalmente se

coloca tem a ver com os interesses algo divergentes entre os intervenientes nas duas partes que perfazem o modelo. Assim, enquanto para os que estão relacionados com os transportes, uma solução satisfatória poder ser apenas reduzir os congestionamentos, para os que estão relacionados com políticas municipais, os interesses estão para além desta solução, pretendendo normalmente a resolução de outras questões, tais como, maximização dos benefícios sociais ou redução da emissão de gases de efeitos de estufa causados pelo tráfego rodoviário, o que naturalmente implica a incorporação de outros aspectos no modelo e que tomem em consideração a actividade fora da hora de ponta. Neste sentido importa deixar referência ao facto de ser crescente o reconhecimento da necessidade de tratar os tempos de partida como um problema de escolha dos passageiros, e não assumir no modelo que o mesmo constitui uma simples repartição viagens, produzida pelo responsável pela modelação, entre horas de ponta e horas normais.

Uma outra debilidade do modelo prende-se com o tratamento da relação entre a frequência das viagens e os custos de transporte. Sendo uma realidade que a maioria dos estudos feitos sobre transportes carecem apenas de dados sectoriais, o conceito de preço relativo não é aplicado. O pressuposto de completa separação de gastos deve ser concretizada, o que significa que a decisão sobre os gastos em transporte devem ficar individualizados face a gastos nouro tipo de consumos. Isto cria um problema à previsão porque, no longo prazo, a substituição do preço induzido ocorrerá provavelmente entre transporte e outros bens de consumo das famílias.

Uma questão limitativa final, que tem vindo a ser apontada em diversos estudos e artigos, é a forma algo primitiva e pouco sensata como a dinâmica urbana tem sido tratada. Muitos modelos utilizam abordagens quase dinâmicas para prever vários anos ou para gerar cenários. Ou seja, passam de um período para o seguinte, actualizando o valor das variáveis como se os vários períodos que vão sucessivamente ocorrendo, estivessem em sintonia com os mecanismos de controlo dinâmico construído dentro do sistema. Existe, assim, a necessidade de gradualmente ir introduzindo modelos mais consistentes do ponto de vista comportamental com abordagens de modelação dinamicamente mais correctas baseadas em equações diferenciais e suportadas por dados longitudinais. Com este objectivo torna-se crucial desenvolver um processo de

recolha de dados com carácter sistemático, a partir do qual se materialize a possibilidade de dispor de informação necessária aos estudos mais adequados às exigências da modelação actual.

## *CAPÍTULO 6*

### **ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E OBJECTIVOS**

---

#### **6.1. Introdução**

Constituindo o transporte uma actividade cuja natureza tem como característica fundamental traduzir-se num serviço que não é procurado pela sua utilidade imediata e directa, mas antes se caracteriza pela capacidade de acesso que proporciona a outros bens e serviços, a estimação da sua procura afigura-se como uma tarefa complexa, já que, desde logo, tem que tomar em consideração a organização das actividades que dão origem a esse transporte – residências, locais de emprego, locais de lazer, actividades económicas de um modo geral.

A organização espacial está sujeita a modificações ao longo do tempo, pelo que a sua evolução, particularizada em novos reajustamentos no domínio do uso do solo, e mesmo da própria actividade económica global da sociedade, exigem atenção muito especial. Os factores em presença são diversos e têm uma índole tanto mais específica quanto mais amplo for o horizonte temporal e mais exigente o rigor da estimação. Nos processos mais utilizados, apenas nas situações de relativa estabilidade, quer no âmbito dos usos do solo quer ao nível da actividade económica em geral, se têm conseguido resultados que podem ser considerados como possuidores de qualidade.

Enquanto a curto prazo a situação de referência pode ser considerada estática, em que não é difícil admitir flutuações irrelevantes quer no domínio dos usos do solo bem como no âmbito da actividade económica global, e assim as preocupações incidem apenas na modelação dos transportes, quando nos perspectivamos no médio ou longo prazo, já não é possível deixar de tomar em consideração as alterações nas variáveis exógenas que se enquadram naqueles domínios, sendo, no fundamental, de enquadrar duas alternativas:

- prever qual a evolução ao nível das variáveis (sem qualquer intervenção da componente transportes) e aplicar essa hipotética situação num modelo estático;
- formular um modelo dinâmico que permita prever a evolução conjunta dos usos do solo e das actividades de transporte de forma integrada, para um dado cenário de evolução das actividades económicas.

A primeira das alternativas é a mais utilizada uma vez que envolve um processo caracterizado por uma maior simplificação, enquanto o segundo, por se tratar de uma via ainda em fase de investigação, simultaneamente incorre em dificuldades acrescidas que se encontram associadas quer à construção quer à validação do modelo, que por ser dinâmico, é extremamente exigente em termos da obtenção de dados que permita o funcionamento do modelo com um nível de fiabilidade aceitável.

Tendo por referência os desenvolvimentos concretizados no capítulo anterior, em que no essencial e de um modo relativamente sucinto se caracterizaram os grandes tipos de modelos de procura de transportes, o grande enquadramento para a presente tese, é a pesquisa de um modelo de procura de transportes cuja principal preocupação visa explicar o volume de deslocações para um determinado espaço, no qual confluem os diferentes aspectos económicos e sociais, que justificam a existência da actividade transportadora através de autocarro. Assim, e em certa medida, e por confronto com os modelos atrás apresentados, o domínio de intervenção para a pesquisa a concretizar situa-se ao nível da geração/atração das deslocações de um dado espaço, em que as variáveis exógenas que irão suportar tal modelo têm características demográficas, económicas ou sociais. Em termos instrumentais é o modelo de regressão linear múltipla o ponto de partida, em que, como variável dependente se recorrerá ao Passageiro

Quilómetro Transportado (PKT), indicador de procura de transportes, que, em geral é considerado como mais consistente com a realidade da actividade, já que melhor reflecte a dimensão espacial da utilização do transporte.

Do ponto de vista das variáveis exógenas, à partida avançar-se-á com aquelas que se crê terem uma associação mais directa com as diferentes motivações para viajar. Para ilustrar este propósito, direi que a população residente, o volume de emprego e a população escolar correspondente aos escalões etários com autonomia para efectuarem deslocações, constituem variáveis que se ligam com maior facilidade às deslocações de natureza obrigatória e sistemática, face à imperiosidade de acesso aos locais de trabalho e à escola com periodicidade alargada. Por outro lado, as deslocações que apresentam um cariz de lazer, com mais forte probabilidade, terão mais a ver com variáveis que se prendem com o rendimento disponível e os gastos das famílias, utilizando-se, em caso de carência de dados, como uma das suas *proxys*, o Produto Interno Bruto.

## 6.2. Objectivos do trabalho

Com base no enquadramento metodológico, o primeiro resultado esperado é que seja possível construir um modelo útil que inclua, senão a totalidade das variáveis exógenas previamente consideradas, pelos menos a grande maioria delas. Esta pretensão tem justificação no facto de tal circunstância constituir o ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho, e que na essência tem a ver com o acreditar que existem relações entre a procura de transportes e um determinado número de variáveis (a explicitar posteriormente quando ocorrer a formulação do modelo), exógenas à actividade, porque não directamente domináveis pela gestão da mesma.

Para além deste objectivo geral, e que no fundo se prende com a identificação e avaliação das variáveis de enquadramento com importância para o desenvolvimento do modelo, com carácter mais específico, aponto os seguintes objectivos:

- construir um modelo de procura para o transporte público rodoviário de passageiros para o Continente;

- construir um modelo de procura para o transporte público rodoviário de passageiros para a região do Algarve;
- identificar diferenças nas variáveis de enquadramento e medição da sua importância no Continente e na região do Algarve;
- perspectivar a evolução da região do Algarve, assegurando a introdução das variáveis que apresentam maior importância regional, tentando medir o seu impacto no desenvolvimento da actividade de transporte público rodoviário de passageiros na região.

Embora ao longo da presente dissertação, em particular aquando da abordagem do enquadramento do problema, tenha sido feita referência a alguns dos temas que se encontram na ordem do dia, e entre eles, os que se relacionam com o crescente número de automóveis em circulação bem como as suas consequências para o ambiente, as variáveis a integrar no modelo não viabilizam a explicitação de objectivos que compreendam estes domínios de um modo directo. Estão pois fora dos objectivos deste trabalho, referências concretas a estes domínios tão importantes e decisivos para o futuro dos transportes. Todavia, a concretizarem-se alguns dos objectivos acima referidos, a amplitude e a relação entre algumas das variáveis que vierem a ficar representadas no modelo, não permitindo, é certo, uma inferência testável que responda às preocupações que resultam do crescente protagonismo do transporte individual como resposta às naturais crescentes necessidades de mobilidade, espera-se, contudo, que forneçam pistas sobre o modo de actuar para atenuar os efeitos nefastos a que vimos assistindo, nomeadamente ruído e emissões poluentes para a atmosfera.

### **6.3. Metodologia**

Como transparece da introdução atrás concretizada, o propósito da metodologia a seguir é desenvolver modelos de procura de transporte de passageiros pelo modo rodoviário, que apresentem utilidade para a avaliação das políticas de curto e médio prazo, bem como permitir realizar previsões. Com esta intenção o modelo deverá ser capaz de gerar estimativas da procura de transportes, medida em passageiro quilómetro

transportado, simbolicamente representado por PKT, para o curto e médio prazo, e também para as elasticidades relacionadas com as principais variáveis do modelo.

#### 6.4. Os dados

De acordo com a metodologia que parte do geral para o específico, o modelo inicial deve incluir tantas variáveis relevantes quanto possível sendo os testes a aplicar que determinam quais as variáveis que permanecem no modelo específico final. No caso do Continente o conjunto de dados de partida reporta-se a observações anuais de séries temporais de 10 variáveis, que abrangem o período de 1992 a 2000, período este determinado pela série de valores disponíveis para a variável dependente, que é o passageiro quilómetro transportado (PKT). As variáveis explicativas inicialmente consideradas foram: população residente (PR), população escolar, com exclusão dos alunos do 1º ciclo do ensino básico e inclusão dos que frequentam o ensino superior (PE), população activa (PA), emprego nos sectores secundário e terciário (EMP), emprego no sector terciário (EMP3), número de empresas de serviços (NES), produto interno bruto, a preços de mercado (PIB<sub>t</sub>), vendas de combustíveis, excluído o gasóleo (VC), e veículos matriculados (VM). Para o estudo da procura da região do Algarve, foram excluídas todas as variáveis para as quais não existia informação disponível para o período de 1988 a 1999, o qual foi igualmente fixado em função dos anos para os quais existiam dados da variável dependente, PKT. No modelo de partida foram incluídas as seguintes variáveis independentes: PR, EMP, EMP3, NES, PIB, tendo-se introduzido a variável dormidas nos estabelecimentos hoteleiros (DORM) por se entender que constitui uma boa representação da principal actividade económica da região, o turismo.

#### 6.5. O modelo básico

O modelo básico que se desenvolve baseia-se no pressuposto que a procura de transporte em modo rodoviário, medido pelo passageiro quilómetro transportado, ao longo do tempo, é determinada por um conjunto de variáveis económicas e sociais:

$$PKT_t = f(x_1, x_2, \dots, x_m).$$

O modelo suporta-se na análise de regressão múltipla que é uma técnica estatística cujo principal objectivo é analisar a relação que envolve duas ou mais variáveis independentes e uma variável dependente, com vista à estimação desta a partir daquelas.

A teoria económica da procura sugere o recurso a funções do tipo de Cobb-Douglas, em que uma das suas formulações mais simples pode ser:

$$Y = AX^{\beta_2}Z^{\beta_3}$$

com  $Y$  a representar a procura e  $X$  e  $Z$  variáveis explicativas. Trabalhando esta forma funcional, os coeficientes de regressão são interpretados como elasticidades, que são quantidades de grande interesse em alguns estudos de procura. A partir da expressão anterior, por aplicação de logaritmos naturais e adicionando o termo de perturbação obtém-se:

$$\ln(Y) = \beta_1 + \beta_2 \ln(X) + \beta_3 \ln(Z) + \varepsilon$$

onde  $\beta_1 = \ln(A)$  e  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são elasticidades da procura. Assim obtém-se uma equação de regressão linear para estimar. Mediante a estimação e de acordo com a forma relacional das variáveis, os coeficientes representam elasticidades, medindo-se o impacto das variáveis explicativas através de variações percentuais.

No presente estudo, e porque a aplicação da forma funcional acabada sucintamente de descrever não deu origem a resultados com significado, o modelo de regressão múltipla utilizado é o que se apresenta de seguida, e no essencial, representa a relação linear entre uma variável dependente e  $k$  variáveis independentes, e tem uma expressão da forma:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

sendo:

- $t$  o índice do ano de observação;
- $n$  a dimensão da amostra;
- $Y_t$  a variável dependente, explicada, endógena ou regressando no período  $t$ ;

- $X_{it}$ ,  $i = 2, \dots, k$ , a  $i$ -ésima variável independente, explicativa, exógena ou regressor no período  $t$ ;
- $u_t$  uma variável residual que inclui outros factores explicativos de  $Y$  não incluídos nas variáveis independentes consideradas;
- $\beta_1$  corresponde ao valor de  $Y$  quando o efeito de todas as variáveis é nulo ( $X_{2i} = X_{3i} = \dots = X_{ki} = 0$ );
- $\beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$  medem a influência marginal de cada uma das variáveis na variável dependente, e designam-se por coeficientes de regressão parciais;
- $\beta_i$ ,  $i = 2, \dots, k$ , representa a quantidade de variação em  $Y_t$  para uma variação unitária em  $X_{it}$ , mantendo-se constante o efeito das restantes variáveis independentes.

Em termos conceituais, um coeficiente de regressão parcial representa o declive duma linha de regressão entre a variável independente de interesse e a variável dependente, dado que todas as outras variáveis independentes são mantidas constantes.

A equação inicial identifica  $k-1$  variáveis explicativas, nomeadamente,  $X_{2t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}$ , que se pensa influenciarem a variável dependente. Os  $X_i$  podem ser diversas transformações de outras variáveis, mas a relação é linear nos coeficientes  $\beta_i$ . Assume-se também que os resíduos ou perturbações  $u_t$  são constantes e independentes, ou seja, aceita-se o pressuposto da homoscedasticidade. Há assim  $k+1$  parâmetros no modelo, nomeadamente os  $\beta_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) e a variância  $\sigma^2$  do termo perturbação. Em notação matricial, que apresenta maior simplicidade ao nível da simbologia utilizada, porque elimina uma grande quantidade de somatórios e índices, a expressão inicial representa-se como segue:

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \\ (n \times 1) \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \\ (n \times k) \end{matrix} \begin{matrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \\ (k \times 1) \end{matrix} + \begin{matrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} \\ (n \times 1) \end{matrix}$$

ou  $\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{u}$ , forma matricial do modelo, em que  $\mathbf{u}$  é o vector das variáveis residuais.



ou na forma de sistema de k equações a k incógnitas:

$$\begin{cases} -2\sum_t u_t X_{1t} = 0 \\ -2\sum_t u_t X_{2t} = 0 \\ \vdots \\ -2\sum_t u_t X_{kt} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sum_t (Y_t - \hat{\beta}_1 X_{1t} - \hat{\beta}_2 X_{2t} - \hat{\beta}_3 X_{3t} \cdots - \hat{\beta}_k X_{kt}) X_{1t} = 0 \\ \sum_t (Y_t - \hat{\beta}_1 X_{1t} - \hat{\beta}_2 X_{2t} - \hat{\beta}_3 X_{3t} \cdots - \hat{\beta}_k X_{kt}) X_{2t} = 0 \\ \vdots \\ \sum_t (Y_t - \hat{\beta}_1 X_{1t} - \hat{\beta}_2 X_{2t} - \hat{\beta}_3 X_{3t} \cdots - \hat{\beta}_k X_{kt}) X_{kt} = 0 \end{cases}$$

De notar que se está a considerar que todas as observações da variável  $X_1$  são iguais a 1.

Em termos matriciais as k equações podem ser representadas da seguinte forma:

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{k1} & X_{k2} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \\ \vdots \\ \hat{u}_n \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \\ (k \times n) & (n \times 1) & (k \times 1) & \end{matrix}$$

ou, de modo mais simplificado:

$$\mathbf{X}'\hat{\mathbf{u}} = 0$$

que é equivalente a

$$\mathbf{X}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) = 0$$

cuja resolução em ordem a  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ , fornece:

$$\mathbf{X}'\mathbf{y} - \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}'\mathbf{y}$$

assumindo que  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})$  é positiva definida, vamos multiplicar ambos os lados da equação anterior por  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$  de modo que

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}$$

obtendo-se assim os estimadores de MMQO.

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}.$$

De notar que as matrizes  $X'X$  e  $X'y$  são dadas por:

$$X'X = \begin{bmatrix} n & \sum_{t=1}^n X_{2t} & \sum_{t=1}^n X_{3t} & \cdots & \sum_{t=1}^n X_{kt} \\ \sum_{t=1}^n X_{2t} & \sum_{t=1}^n X_{2t}^2 & \sum_{t=1}^n X_{2t}X_{3t} & \cdots & \sum_{t=1}^n X_{2t}X_{kt} \\ \sum_{t=1}^n X_{3t} & \sum_{t=1}^n X_{2t}X_{3t} & \sum_{t=1}^n X_{3t}^2 & \cdots & \sum_{t=1}^n X_{3t}X_{kt} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{t=1}^n X_{kt} & \sum_{t=1}^n X_{2t}X_{kt} & \sum_{t=1}^n X_{3t}X_{kt} & \cdots & \sum_{t=1}^n X_{kt}^2 \end{bmatrix}, \quad X'y = \begin{bmatrix} \sum_{t=1}^n Y_t \\ \sum_{t=1}^n X_{2t} Y_t \\ \sum_{t=1}^n X_{3t} Y_t \\ \vdots \\ \sum_{t=1}^n X_{kt} Y_t \end{bmatrix}.$$

Para mais desenvolvimentos sobre esta temática é de ver Davidson (2000).

### 6.7. Hipóteses Clássicas do modelo

As hipóteses clássicas do modelo de regressão múltipla, constituem bases fundamentais ao processo de estimação dos parâmetros uma vez que as mesmas garantem as propriedades estatísticas associadas ao MMQO que se utiliza para a determinação dos parâmetros do modelo em apreciação (Andrade, 1993). As hipóteses clássicas são as seguintes:

- 1) A matriz  $X$  é fixa (não aleatória) com característica igual a  $k < n$ . A consequência deste pressuposto é que  $X'X$  tem inversa, circunstância que assegura a exacta determinação de  $\hat{\beta}$ ;
- 2)  $E(u_i) = 0$ ;
- 3)  $\text{Var}(u_i) = \sigma^2$ , os resíduos têm variância constante (homoscedasticidade);
- 4)  $\text{Cov}(u_i, u_j) = 0$ , com  $i \neq j$ , os resíduos não estão correlacionados (ausência de autocorrelação);
- 5)  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ .

As implicações associadas a estes pressupostos fazem com que os estimadores apresentem as seguintes características:

- a) Com  $\mathbf{X}$  fixo e  $E(u_i) = 0$  verificamos que  $E(\hat{\beta}) = \beta$ , logo  $\hat{\beta}$  é centrado.
- b) Com  $\mathbf{X}$  fixo,  $\text{Var}(u_i) = \sigma^2$  e  $\text{Cov}(u_i, u_j) = 0$  ( $i \neq j$ ) estabelece-se que  $\hat{\beta}$  é de variância mínima dada pela expressão  $\sigma^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ .
- c) Com  $\mathbf{X}$  fixo,  $E(u_i) = 0$ ,  $\text{Var}(u_i) = \sigma^2$  e  $\text{Cov}(u_i, u_j) = 0$  ( $i \neq j$ ) resulta que  $\hat{\beta}$  é eficiente.
- d) Finalmente  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$  origina que  $\hat{\beta} \sim N(\beta, \sigma^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1})$ , logo  $\hat{\beta}$  é equivalente ao estimador de máxima verosimilhança.

Estando todas estas propriedades provadas, conclui-se que os estimadores  $\hat{\beta}$  obtidos pelo MMQO são os melhores estimadores não enviesados dos parâmetros  $\beta_j$  e os que apresentam menor variância. [veja-se por exemplo Davidson (2000) ou Jonhston (1991)].

Dado que  $\text{Cov}(\hat{\beta}_i, \hat{\beta}_j) \neq 0$ , a estimação de cada um dos  $\beta_k$  é afectada pela estimação conjunta dos restantes.

O *software* estatístico utilizado na análise dos dados foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 10, que calcula a variância de cada  $\hat{\beta}_k$  da seguinte forma:

$$\text{Var}(\hat{\beta}_k) = \hat{\sigma}^2 [(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}]_{kk'}, \quad \text{com } \hat{\sigma}^2 = \frac{\hat{u}'\hat{u}}{n-k}$$

ou seja, inverte a matriz  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$  e retira o elemento correspondente da diagonal principal da matriz inversa para depois o multiplicar pela estimativa de  $\sigma^2$ . A esta última estimativa dá-se o nome de estimativa da variância da variável residual ajustada pelo número de graus de liberdade  $n-k$ .

O *software* calcula ainda o erro padrão de  $\hat{\beta}_k$ :  $\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_k} = \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta}_k)}$ .

### 6.8. Medida de Qualidade do Ajustamento

Um dos resultados derivados da aplicação do método dos mínimos quadrados em modelos com termo independente ( $\beta_1$ ) é o princípio da decomposição aditiva da variação total de Y em torno da sua média amostral:

$$SQT = SQE + SQR$$

em que:

SQT representa a soma dos quadrados total, ou seja, soma dos quadrados dos desvios de Y em relação a  $\bar{Y}$ ;

SQE designa a soma dos quadrados explicada, ou, soma dos quadrados dos desvios de  $\hat{Y}$  em relação à sua média  $\bar{\hat{Y}}$ ;

SQR indica a soma dos quadrados dos resíduos, ou, soma dos quadrados dos desvios de  $\hat{u}$  em relação à sua média  $\bar{\hat{u}}$ , que é zero, uma vez que  $\sum \hat{u}_i = 0$  quando existe termo independente.

A expressão escrita de outro modo, tendo por base a especificação das variáveis, será:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}})^2 + \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2$$

ou ainda:

$$\mathbf{y}'\mathbf{y} = \hat{\mathbf{y}}'\hat{\mathbf{y}} + \hat{\mathbf{u}}'\hat{\mathbf{u}}$$

em que:

$\mathbf{y}$  designa o vector (n x 1) de desvios da variável Y em relação à sua média de elemento genérico  $y_i = Y_i - \bar{Y}$ ;

$\hat{\mathbf{y}}$  designa o vector (n x 1) de desvios da variável  $\hat{Y}$  em torno da sua média de elemento genérico  $\hat{y}_i = \hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}}$ .

Com base neste resultado, calcula-se o coeficiente de determinação  $R^2$ , percentagem da variabilidade de  $Y$  explicada pela variabilidade conjunta das variáveis explicativas em  $X$ , definido como:

$$0 \leq R^2 = \frac{SQE}{SQT} = \frac{\hat{y}'\hat{y}}{y'y} \leq 1.$$

Da análise da expressão é possível concluir que :

- se  $R^2=1$ , então  $\hat{y}'\hat{y} = y'y$  e o modelo explica 100% da variabilidade de  $Y$ ;
- se  $R^2=0$ , então  $\hat{y}'\hat{y} = \mathbf{0}$  e o modelo explica 0% da variabilidade de  $Y$ .

Quanto mais próximo de 1 estiver  $R^2$ , tanto maior será o poder explicativo do modelo.

Procedendo a uma troca de explicitação da expressão inicial do coeficiente de determinação, substituindo  $\hat{y}'\hat{y} = y'y - \hat{u}'\hat{u}$ , é também possível retirar as seguintes conclusões:

- se  $R^2=1$ , então  $\hat{u}'\hat{u} = \mathbf{0}$  e a parte residual do modelo explica 0% da variabilidade de  $Y$ ;
- se  $R^2=0$ , então  $\hat{u}'\hat{u} = y'y$  e a parte residual do modelo explica 100% da variabilidade de  $Y$ .

O MMQO ao minimizar  $\hat{u}'\hat{u}$ , maximiza  $R^2$ , o que significa que cria a estrutura estimada que proporciona melhor poder explicativo.

O SPSS para além do coeficiente de determinação fornece igualmente a estatística  $\bar{R}^2$ , o coeficiente de determinação ajustado, que tem em conta o número de regressores incluídos no modelo. Este indicador é útil para a comparação do ajustamento de especificações que diferem pela adição ou eliminação de variáveis explicativas, procedimento corrente quando se recorre à modelação através da técnica da regressão linear múltipla. “O coeficiente de determinação não ajustado,  $R^2$ , nunca decresce com a adição de qualquer variável do conjunto dos regressores. Mesmo que a variável que se acrescenta seja totalmente irrelevante o termo SQE permanece

simplesmente constante. Porém o coeficiente de determinação ajustado pode decrescer com a adição de variáveis de fraco poder explicativo.” (Johnston, *et al.* 2001)

Esta estatística é definida por:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\frac{SQR}{n-1}}{\frac{SQT}{n-1}} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k}$$

### 6.9. Inferência Estatística no Modelo de Regressão Linear Múltipla

No modelo de regressão linear múltipla uma hipótese importante a testar é:

$$H_0: \beta_j = 0 \quad \text{contra} \quad H_A: \beta_j \neq 0.$$

De facto, quando se especifica um modelo admite-se à partida a possibilidade de  $X_j$  possuir capacidade explicativa sobre a variável dependente. Sendo  $\hat{\beta}_j$  uma variável aleatória, a estimativa encontrada para  $\beta_j$  tem que ser vista como um dos possíveis valores que  $\hat{\beta}_j$  pode assumir. Tal significa que o facto da estimativa encontrada ser diferente de zero não é imediato que o verdadeiro valor de  $\hat{\beta}_j$  não seja zero.

A estatística do teste é:

$$\hat{t}_j = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}} \sim t_{(\alpha/2, n-k)}, \text{ onde } \alpha \text{ representa o nível de significância.}$$

Fixado um valor para a significância do teste, e conhecido o número de graus de liberdade, determina-se o valor crítico da distribuição  $t$ ,  $t_{(\alpha/2, n-k)}$ . Face ao valor calculado para o teste, decide-se pela não rejeição da hipótese  $\beta_j = 0$  quando  $|\hat{t}| < t_{\text{crítico}}$ , e ao invés, rejeita-se a hipótese nula quando se verificar que  $|\hat{t}| > t_{\text{crítico}}$ , o que significa que o parâmetro em teste tem poder explicativo para o modelo.

Alternativamente, em vez de se testar um valor particular para  $\beta_j$  pode construir-se um intervalo de confiança para  $\beta_j$ , o que permite estabelecer entre que valores se rejeitará ou não  $\beta_j$ .

De facto

$$\begin{aligned}
 & P\left(-t_{(\alpha/2, n-k)} \leq \hat{t}_j \leq t_{(\alpha/2, n-k)}\right) = 1 - \alpha \\
 \Leftrightarrow & P\left(-t_{(\alpha/2, n-k)} \leq \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}} \leq t_{(\alpha/2, n-k)}\right) = 1 - \alpha \\
 \Leftrightarrow & P\left(-t_{(\alpha/2, n-k)} \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j} \leq \hat{\beta}_j - \beta_j \leq t_{(\alpha/2, n-k)} \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}\right) = 1 - \alpha \\
 & \text{sendo } \hat{\beta}_j - t_{(\alpha/2, n-k)} \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j} \leq \beta_j \leq \hat{\beta}_j + t_{(\alpha/2, n-k)} \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j} \\
 & \text{ou } \beta_j = \hat{\beta}_j \pm t_{(\alpha/2, n-k)} \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}
 \end{aligned}$$

que é o intervalo de confiança para  $\beta_j$  a um nível de confiança de  $(1 - \alpha)\%$ . Este intervalo conterá o verdadeiro valor do parâmetro  $\beta_j$  em  $(1 - \alpha)\%$  dos casos, ou seja, se for repetida a experiência de estimação do modelo em 100 vezes com diferentes valores amostrais para  $Y$ , e se forem construídos os respectivos 100 intervalos para  $\beta_j$ ,  $(1 - \alpha) \times 100$  desses intervalos conterão o verdadeiro valor do parâmetro. Assim, se o intervalo não contiver o valor que está a ser testado, rejeita-se a hipótese nula; pelo contrário, se incluir o valor em teste, não se rejeita a hipótese nula de  $\beta_j$  ser igual a zero.

Para além dos testes de hipóteses sobre os coeficientes individuais realiza-se também o teste de significância global da regressão, que tem por objectivo ensaiar a hipótese de que nenhuma das variáveis independentes ajuda a explicar a variação da variável dependente. A hipótese nula a testar é portanto:

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

contra a alternativa,

$$H_1: \beta_2 \neq 0 \vee \beta_3 \neq 0 \vee \dots \vee \beta_k \neq 0.$$

A distribuição do teste da significância global da regressão a utilizar segue uma lei de F de Snedecor com  $k$  graus de liberdade no numerador e  $n - k - 1$  graus de liberdade no denominador:

$$F = \frac{\frac{SSR}{k}}{\frac{SSE}{n-k-1}} \sim F_{(\alpha; k; n-k-1)} \quad \text{ou} \quad F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1-R^2}{n-k-1}} \sim F_{(\alpha; k; n-k-1)}$$

Fixado um valor para a significância do teste, e conhecido o número de graus de liberdade, determina-se o valor crítico da distribuição F, que apresenta apenas uma região de rejeição na aba direita da distribuição. Face ao valor calculado para o teste, decide-se pela não rejeição da hipótese nula de  $\beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ , quando  $F_{\text{teste}} < F_{\text{crítico}}$ , e ao invés, rejeita-se a hipótese nula quando se verificar que  $F_{\text{teste}} > F_{\text{crítico}}$ , o que significa que existe pelo menos um parâmetro que tem poder explicativo para o modelo.

### 6.10. Violação das Hipóteses Clássicas do modelo

A violação das hipóteses clássicas do modelo de regressão linear múltipla tem implicações nas propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados ordinários enunciados na secção 6.7, cujas consequências podem conduzir, entre outras, à perda de validade dos processos de inferência estatística e à inadequação das estimativas.

O modelo de regressão linear múltipla tem subjacente que a variável dependente pode ser expressa como uma combinação linear de variáveis explicativas, mais um termo de perturbação aleatório. Uma escolha inadequada da forma funcional determinará não apenas o enviesamento e inconsistência dos estimadores dos mínimos quadrados como também poderá retirar sentido à interpretação das estimativas dos coeficientes de regressão.

A omissão de variáveis relevantes tem como implicação o enviesamento e a inconsistência dos estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão e do correspondente estimador da matriz de variâncias e covariâncias. Caso se incluam variáveis não relevantes as consequências são menos gravosas já que apenas se verifica que os estimadores de mínimos quadrados dos parâmetros da equação de regressão e da matriz de variâncias e covariâncias se tornam menos eficientes que os estimadores dos mínimos quadrados ordinários baseados na especificação que exclui as variáveis

relevantes, mantendo portanto as propriedades da centralidade e da consistência. (veja por exemplo, Portugal, 1997).

Quando o pressuposto da esperança matemática do vector dos termos de perturbação aleatória ser um vector nulo não se verifica, igualmente ocorrem problemas de enviesamento e inconsistência dos estimadores de mínimos quadrados. Exceptua-se a situação em que a esperança matemática do vector dos termos de perturbação aleatória é uma constante não nula, em que apenas são afectadas as propriedades do estimador do termo independente.

Em situações de violação quer da hipótese de os resíduos terem variância constante (homoscedasticidade), quer da que tem como pressuposto que os resíduos não estão correlacionados (ausência de autocorrelação), os estimadores dos mínimos quadrados ordinários dos parâmetros da equação de regressão, embora não sejam afectados no que respeita à centralidade, deixam todavia de ser os de variância mínima entre os estimadores lineares e cêntricos. Deste modo, os estimadores habituais quer da matriz de variâncias e covariâncias quer dos mínimos quadrados dos coeficientes de regressão são inadequados, determinando assim a perda de validade dos processos de inferência estatística que se suportam na informação produzida com base nessas estimativas.

### **6.11. Testes de detecção da má especificação do modelo**

Com vista à formulação mais adequada do modelo de regressão linear múltipla, recorre-se à realização de um conjunto de testes para detectar modelos mal especificados, fundamentalmente decorrentes da violação dos pressupostos das hipóteses clássicas do modelo de regressão, abordadas de forma breve no ponto anterior. De acordo com a sua maior importância, face às consequências para as propriedades dos estimadores de mínimos quadrados, analisam-se em particular os problemas da heteroscedasticidade e da autocorrelação, através da aplicação de alguns testes indicados para a respectiva avaliação.

### 6.11.1 Testes à Autocorrelação dos resíduos

A existência de autocorrelação dos resíduos, que implica a autocorrelação da variável dependente, existe se

$$\exists i \neq j, \text{ tal que } \text{Cov}(u_i, u_j) \neq 0, \text{ com } i, j = 1, 2, \dots, n$$

o que significa que a matriz de variâncias e covariâncias dos termos de perturbação aleatórios apresenta valores não nulos fora da diagonal principal.

Os padrões de autocorrelação, geralmente considerados em análise de séries temporais, são agrupáveis em processos auto-regressivos, de médias móveis e mistos. O mais comumente utilizado é o processo auto-regressivo de 1ª ordem, a que se faz corresponder o símbolo AR(1). Diz-se que uma variável segue um processo auto-regressivo de 1ª ordem quando o seu valor presente se pode exprimir como uma combinação linear do seu valor precedente e ainda de um termo de perturbação aleatório  $u_t$ . Em particular, o termo de perturbação aleatório  $u_t$  segue um processo AR(1) de média nula se:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$$

sendo  $\rho$  um parâmetro tal que  $|\rho| < 1$  e  $\varepsilon_t$  uma variável de ruído branco.

De entre os vários testes propostos para analisar a autocorrelação, discutem-se de seguida os testes de Durbin-Watson e LM.

#### 6.11.1.1 Teste de Durbin-Watson

O teste de Durbin-Watson (DW) é um teste estatístico de detecção de autocorrelação apropriado às situações representáveis por processos auto-regressivos de 1ª ordem, [AR(1)] e aplicável quando o modelo contenha um termo independente, a matriz  $\mathbf{X}$  de observações das variáveis explicativas seja não aleatória e não existam interrupções na sequência das observações.

O teste pressupõe o cálculo dos resíduos de mínimos quadrados ordinários e baseia-se na seguinte estatística:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^n \hat{u}_t^2}$$

Sob a hipótese nula,  $\rho = 0$ , os parâmetros da distribuição de  $d$  dependem da matriz  $\mathbf{X}$ , e portanto, os valores críticos variam de amostra para amostra. A distribuição do teste fornece dois valores limite, um superior ( $d_U$ ) e outro inferior ( $d_L$ ) que dependem apenas do número de variáveis explicativas, do número de observações e do nível de significância. A estatística de DW tem como limites 0 e 4. As regras de decisão em relação à hipótese nula de inexistência de autocorrelação tipo AR(1) contra a hipótese alternativa de existência de autocorrelação positiva, ou seja  $H_0: \rho = 0$  contra  $H_A: \rho > 0$ , são as seguintes:

$d < d_L \Rightarrow$  Rejeitar a hipótese nula, então existe autocorrelação positiva;

$d_L < d < d_U \Rightarrow$  Resultado inconclusivo;

$d > d_U \Rightarrow$  Não rejeitar a hipótese nula, então não existe autocorrelação de 1ª ordem.

Para o caso da hipótese alternativa ser a existência de autocorrelação negativa, ou seja,  $H_0: \rho = 0$  contra  $H_A: \rho < 0$ , as regras de decisão são as seguintes:

$d < (4 - d_U) \Rightarrow$  Não rejeitar a hipótese nula, então não existe autocorrelação de 1ª ordem.

$(4 - d_U) < d < (4 - d_L) \Rightarrow$  Resultado inconclusivo;

$d > (4 - d_L) \Rightarrow$  Rejeitar a hipótese nula, então existe autocorrelação negativa.

Em modelos dinâmicos a estatística DW é conservativa, isto é, em modelos em que sejam introduzidos desfasamentos das variáveis do modelo, a DW tende a vir perto de 2, mesmo que se tenha incorrectamente omitido variáveis no modelo. Em modelos estáticos a DW é um bom indicador da falta do primeiro desfasamento de  $Y$  ou de qualquer outra das variáveis exógenas contidas no modelo, mas não o é para a falta de desfasamentos de ordem superior ou de qualquer outra variável exógena não desfasada em que a correlação entre as variáveis não seja de 1ª ordem.

## 6.11.1.2 Teste LM de Breusch - Godfrey

Para ultrapassar a dependência existente com o tipo de modelo em estudo, alguns testes têm sido propostos, e ente eles, um baseado nos multiplicadores de Lagrange, e designado por LM [veja-se Davidson (2000) ou Stewart e Gill (1998)].

Este teste baseia-se na formulação de dois modelos, um com restrições (R) e outro sem restrições (SR). Com base no primeiro, coloca-se a hipótese de as variáveis nele não incluídas deverem afinal pertencer ao modelo. A formulação dos modelos é a seguinte:

$$(R) \quad Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$$

$$(SR) \quad Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \beta_{k+1} X_{(k+1)t} + \dots + \beta_{k+m} X_{(k+m)t} + v_t$$

Relativamente ao primeiro modelo acrescentaram-se  $m$  variáveis,  $X_{(k+1)t} \dots X_{(k+m)t}$  e pretende-se colocar a hipótese de os respectivos coeficientes de regressão serem nulos.

Para realizar o teste LM estima-se o modelo (R) e apuram-se os valores estimados dos resíduos,  $\hat{u}_t$ , e com esses valores estima-se o novo modelo:

$$\hat{u}_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \gamma_1 \hat{u}_{t-1} + \dots + \gamma_m \hat{u}_{t-m} + v'_t$$

e formulam-se as hipóteses:

$$H_0: \gamma_1 = \dots = \gamma_m = 0$$

$$H_A: \gamma_1 \neq 0 \vee \dots \vee \gamma_m \neq 0$$

Prova-se que  $T \times R^2$ , em que  $T$  é o número de observações do modelo e  $R^2$  o coeficiente de determinação, tem uma distribuição de Chi-quadrado com  $m$  graus de liberdade,  $\chi^2_{(m)}$ . Caso se verifique que  $T \times R^2 > \chi^2_{(m)}$ , ou seja, o valor do teste ser superior ao seu valor crítico, então devemos rejeitar a hipótese nula de os novos coeficientes de regressão serem nulos, o que significa que pelo menos um das novas variáveis deve ser incluída no modelo. No sentido de detectar qual a variável (ou as

variáveis), que deve ser incluída no modelo deve recorrer-se às estatísticas de *t student* que fornecem indicações mais precisas sobre a sua importância para o modelo.

No caso concreto de se estudar o problema da autocorrelação dos desvio num qualquer modelo, como por exemplo,

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$$

depois de se obterem os resíduos estimados  $\hat{u}_t$ , estima-se o novo modelo

$$\hat{u}_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \rho \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t,$$

e apura-se a estatística  $T \times R^2$  que apresenta neste caso uma distribuição de  $\chi^2_{(1)}$  (chi-quadrado com um grau de liberdade).

### 6.11.2 Testes à Heteroscedasticidade

A detecção da existência de heteroscedasticidade num determinado modelo de regressão concretiza-se através da análise dos resíduos de estimação de mínimos quadrados do modelo original. De entre os vários testes propostos, referem-se os testes de Breusch-Pagan e de White.

#### 6.11.2.1 Teste de Breusch-Pagan

No teste de Breusch-Pagan assume-se que a variância das perturbações é uma função não especificada de uma combinação linear de  $p$  variáveis observáveis, isto é,

$$\sigma_t^2 = f(\alpha_0 + \alpha_1 Z_{1t} + \dots + \alpha_p Z_{pt})$$

em que as variáveis,  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ , podem ser ou não variáveis explicativas incluídas em  $\mathbf{X}$ . A realização do teste passa pelos seguintes passos:

- i) estimação por mínimos quadrados ordinários do modelo original,  $\mathbf{Y} = \mathbf{X} \beta + \mathbf{u}$ , obtenção dos quadrados dos resíduos estimados,  $\hat{u}_t^2$ , e cálculo

de  $\sigma^2$  (estimador de máxima verosimilhança da variância dos resíduos sob a hipótese de homoscedasticidade), dado por:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{n} ;$$

- ii) estimação pelo MMQO do modelo  $u_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{1t} + \dots + \alpha_p Z_{pt} + \varepsilon_t$ , em que  $\varepsilon_t$  é um termo de perturbação;
- iii) cálculo da soma de quadrados explicada (SQE) do modelo estimado em ii);
- iv) o teste da hipótese nula,  $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ , fazendo uso do facto de que sob  $H_0$  e seguindo os termos de perturbação  $u_i$  uma distribuição normal, a estatística  $SQE / 2\sigma^4$  segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{(p)}$ .

A rejeição da hipótese nula de serem iguais a zero todos os coeficientes das variáveis,  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ , constitui evidência estatística de heteroscedasticidade dos resíduos em  $Y = X\beta + u$ .

### 6.11.2.2 Teste de White

O teste de White baseia-se no facto de que, perante a heteroscedasticidade, o estimador da matriz de variâncias e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados ordinários é ineficiente. A realização do teste passa pelos seguintes passos:

- i) estimação por mínimos quadrados ordinários do modelo original  $Y = X\beta + u$ , e obtenção dos quadrados dos resíduos estimados,  $\hat{u}_t^2$ ;
- ii) estimação pelo MMQO do modelo em que a variável explicada é  $\hat{u}_t^2$  e os regressores (em número de  $[k(k+1)/2]-1$ ) são as  $k$  variáveis explicativas (incluindo a constante) do modelo original, os seus quadrados e produtos cruzados, isto é, estimação de

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_1 + \sum_{j=2}^k \alpha_j X_{jt} + \sum_{j=2}^k \delta_j X_{jt}^2 + \sum_{j=2}^{k-1} \sum_{s=j+1}^k \theta_{js} X_{jt} X_{st} + \varepsilon_t$$

e obtenção do coeficiente de determinação  $R^2$  deste ajustamento;

iii) teste da hipótese  $H_0: \alpha_2 = \dots = \alpha_k = \delta_2 = \dots = \delta_k = \theta_{23} = \dots = \theta_{(k-1)k} = 0$ , fazendo uso do facto de que sob  $H_0$ , ser  $T \times R^2$  uma variável aleatória que segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{(\lfloor k(k+1)/2 \rfloor - 1)}$ .

A não rejeição da hipótese nula é evidência estatística de existência de homocedasticidade dos resíduos  $u_i$ .

## ***CAPÍTULO 7***

### **FORMULAÇÃO DOS MODELOS**

---

#### **7.1. Introdução**

A diferente disponibilização de dados para o Continente e para a região do Algarve determinou a formulação diferenciada dos modelos para estes dois espaços, tendo-se optado, em qualquer das duas situações estudadas, por utilizar a informação que abrangesse o período de tempo mais alargado. Tendo qualquer dos modelos criados como variável dependente o passageiro quilómetro transportado (PKT), o período temporal que cada uma das duas séries abrange, é determinante principal dos resultados que se atingiram, sendo de realçar a rigidez relativamente a algumas variáveis que se continua a supor terem relação com a actividade de transporte, em particular com o rodoviário público de passageiros.

Em qualquer dos dois domínios, a modelação foi conseguida à custa de relação estatística entre variáveis potencialmente explicativas, tendo havido a necessidade de explorar numerosas relações para conseguir identificar e seleccionar as mais significativas. Nos resultados que se apresentam neste capítulo figuram apenas as que se consideram mais relevantes para uma melhor percepção dos modelos finais.

Ainda com validade para qualquer uma das situações estudadas, de referir que o processo para atingir os modelos finais, seguiu as orientações que muitos autores preconizam, começando-se por incluir no modelo de partida todas as variáveis explicativas pretensamente com capacidade explicativa da procura de transporte público rodoviário de passageiros. O avanço do processo de selecção das variáveis independentes com interesse de inclusão no modelo, resultou, em cada momento, da análise da significância dos coeficientes de regressão, excluindo-se do modelo de regressão aquela cujo valor caísse no interior do intervalo  $-2 < t < 2$ , e que no seu interior se afaste mais dos seus extremos. Em paralelo com a observação dos testes  $t$ , verificou-se o valor amostral da estatística  $F$ , mediante o qual se conclui pela importância das variáveis presentes no modelo, tomadas globalmente, quando o mesmo fosse superior ao respectivo valor crítico, tomados em consideração os correspondentes graus de liberdade. Igualmente se aprecia o coeficiente de determinação ajustado, que não sendo determinante para as opções de exclusão de variáveis, se apresenta, contudo, com alguma utilidade na avaliação dos diferentes passos evolutivos da construção do modelo.

Atinge-se o modelo final quando todos os  $t$ 's forem significativos, ou seja, quando  $|t| > 2$ , e cumulativamente apresente um coeficiente de determinação ajustado com um valor razoável (acima de 0,80). Antes de se concluir pela capacidade do modelo para efeitos de previsão, verificou-se a aplicabilidade do método dos mínimos quadrados ordinários utilizado para a determinação dos coeficientes de regressão, aplicando-se testes para verificar, em concreto, a homoscedasticidade e a ausência de autocorrelação dos resíduos. Para observação deste pressuposto, e independentemente da aplicação de outros testes recomendados neste domínio, o *software* utilizado, o SPSS versão 10, fornece a estatística de Durbin-Watson (DW), com validade apenas em modelos tal como os que se encontram em estudo. O seu valor é apenas indicativo da existência ou não de autocorrelação, sendo cada modelo em teste dependente da matriz  $X$ , e assim com valores críticos de referência que variam com o número de graus de liberdades. Para valores de  $DW \cong 2$  o modelo indicia autocorrelação nula, testando-se em hipótese alternativa a existência de autocorrelação negativa quando  $DW > 2$ , e autocorrelação positiva na situação contrária, que a verificar-se, em qualquer destas duas situações, manifesta sintoma de má especificação do modelo.

A garantia de solidez do modelo final foi conseguida depois de terem sido aplicados os testes de Breusch-Pagan e de White preconizados para verificação da homoscedasticidade dos resíduos e os testes de Breusch-Godfrey e o já referido de Durbin-Watson para observação de inexistência de autocorrelação dos desvios.

Uma nota final em antecipação dos resultados a apresentar, quanto às cautelas a tomar na aplicação dos modelos. Como foi referido acima, qualquer dos modelos criados, e em particular o que se refere ao Continente, é construído a partir de um reduzido número de observações, facto que limita o número de variáveis explicativas a utilizar e ao contribuir para uma escassez de graus de liberdade, aumenta a imprecisão da estimação, quer dos parâmetros da regressão quer da variância do modelo. Contudo considera-se que os modelos apresentados poderão vir a servir de base para desenvolvimentos futuros.

### 7.2.1. Modelo para o Continente

A equação de partida para determinar um modelo de procura de transporte público rodoviário de passageiros para o Continente, do tipo interurbano, foi a seguinte:

$$PKT_t = \beta_1 + \beta_2 PR_t + \beta_3 PE_t + \beta_4 PIB_t + \beta_5 VM_t + u_t \quad (t = 1992, \dots, 2000)$$

sendo:

- t o índice do ano da observação;
- PKT, passageiro quilómetro transportado no continente;
- PR, população residente no continente;
- PE, população escolar do continente;
- PIB, produto interno bruto no continente;
- VM, veículos matriculados no continente;

- $u$ , uma variável residual que absorve outros factores explicativos do PKT não incluídos nas variáveis independentes consideradas;
- $\beta_1$  corresponde ao valor do PKT quando o efeito de todas as variáveis independentes é nulo ( $PR_t = PE_t = PIB_t = VM_t = 0$ );
- $\beta_i$ ,  $i = 2, \dots, k$ , representa a quantidade de variação no PKT decorrente da variação unitária da variável correspondente, mantendo-se constante o efeito das restantes variáveis independentes.

Aplicando o MMQO aos dados observados, e seguida a estratégia atrás referida, o quadro que de imediato se apresenta contém os valores apurados através da aplicação SPSS e que constituem a base de análise para determinação do modelo final.

**QUADRO 7.1 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo I - Continente (variável dependente PKT)**

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância ( $p - value$ )
Constante	$-383,4 \times 10^3$	$204,3 \times 10^3$	-1,877	0,134
PR	4,318E-02	0,022	1,958	0,122
PIB	-1,969E-08	0,000	-0,292	0,785
VM	-5,244E-03	0,002	-2,228	0,090
PE	-2,163E-08	0,005	-0,044	0,967
Coeficiente de Correlação		0,951	Estatística de Durbin-Watson	2,868
Coeficiente de Determinação		0,904	Estatística F(4,4) de Snedecor	9,381
C. Determinação Ajustado		0,807	Significância do teste F	0,026
Erro Padrão da Estimativa		400,8		

Em presença dos valores observados para os rácios  $t$ , conclui-se pela existência de má especificação do modelo, uma vez que se constata que todas as variáveis independentes e a constante não contribuem significativamente para a predição da variável dependente, o passageiro quilómetro transportado, uma vez que apresentam coeficientes não significativos. De facto, verifica-se para qualquer das variáveis que  $|t| < 2,776$ , sendo este o valor crítico da distribuição  $t$  de *student* para uma significância

de 5% fixada *ex-ante* e 4 graus de liberdade, determinados estes pela diferença entre o número de observações e o número de variáveis presentes no lado direito da equação.

Aplicando um teste F aos parâmetros desta regressão, ao contrário da conclusão atrás retirada para a falta de importância individual de cada uma das variáveis independentes, a constatação é de que globalmente, têm capacidade explicativa do passageiro quilómetro transportado, a variável dependente. Esta aparente contradição prende-se com o reduzido número de graus de liberdade levando-nos a procurar modelos mais parcimoniosos.

Para concretizar o teste F à significância global que incide sobre os coeficientes associados às variáveis independentes testa-se

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_A: \exists \beta_i \neq 0 \quad i = 2, 3, 4, 5.$$

Sob a hipótese nula, a seguinte estatística é válida:

$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1-R^2}{n-k-1}} \sim F_{(\alpha; k; n-k-1)}$$

em que  $k$  é o número de variáveis independentes e  $n$  o número de observações.

Como o valor do teste, dado pelo SPSS, é  $F=9,381$  e o respectivo valor crítico é  $F_{(\alpha; k; n-k)} = F_{(0,05; 4; 4)} = 6,39$ , rejeita-se a hipótese nula a um nível de significância de 5%. Conclui-se assim, que a um nível de significância de 5% e face à evidência estatística disponível, pela significância global da regressão, o conjunto das variáveis independentes se relacionam linearmente de forma estatisticamente significativa com o passageiro quilómetro transportado.

Relativamente a este modelo, uma observação final a respeito da estatística de Durbin-Watson. Estando o seu valor ( $DW = 2,868$ ) acima do padrão de referência ( $DW = 2$ ) para a existência de autocorrelação nula, não se podendo concluir

imediatamente pela má especificação devida à existência de autocorrelação dos resíduos, pode todavia afirmar-se que a existir, será negativa, uma vez que  $DW > 2$ .

Tendo em atenção o quadro de coeficientes e a natureza das variáveis explicativas, cria-se um outro modelo retirando a variável com rácio t mais baixo – PE.

**QUADRO 7.2 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo II - Continente (variável dependente PKT)**

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância (p - value)
Constante	$-389,2 \times 10^3$	$139,6 \times 10^3$	-2,788	0,039
PR	4,378E-02	0,015	2,832	0,037
PIB	-1,002E-08	0,000	-0,328	0,756
VM	-5,301E-03	0,002	-3,015	0,030
Coeficiente de Correlação		0,951	Estatística de Durbin-Watson	2,878
Coeficiente de Determinação		0,904	Estatística F(3,5) de Snedecor)	15,626
C. Determinação Ajustado		0,846	Significância do teste F	0,006
Erro Padrão da Estimativa		358,6		

Em presença dos novos valores para os rácios t, e tendo em atenção o aumento, ainda que ligeiro, do coeficiente de determinação ajustado, conclui-se pela melhoria do modelo, embora a sua especificação continue a não se apresentar adequada. De facto, e para um nível de significância de 5%, existe um regressor (PIB) com um  $|t| < t_{\text{crítico}}$ , onde o valor crítico considerado é  $t_{(0,025; 5)} = 2,571$ , bem como se observa um ligeiro agravamento da estatística de Durbin-Watson ( $DW = 2,878$ ), que não sendo conclusivo para confirmação de existência de autocorrelação dos resíduos, fornece indício, conjuntamente com valor do t atrás referido, de má especificação do modelo. À semelhança da constatação feita para o modelo anterior de que globalmente as variáveis exógenas e o termo constante tinham capacidade explicativa, também neste a aplicação de um teste F à significância global permite retirar conclusão idêntica. Assim, e depois de reajustado o novo valor crítico da distribuição, por via apenas da alteração dos graus de liberdade, que passou para  $F_{(0,05; 3; 5)} = 5,41$ , e ao confrontar-se este com o valor do teste fornecido pelo SPSS,  $F=15,626$ , rejeita-se a hipótese nula de todos os  $\beta_i$  associados às variáveis independentes serem nulos, o que significa que é possível retirar a

conclusão, que a um nível de significância de 5% o conjunto das variáveis independentes presentes neste modelo se relacionam linearmente de forma estatisticamente significativa com o passageiro quilómetro transportado.

Recorrendo novamente ao quadro de coeficientes e à natureza das variáveis não explicativas, cria-se um outro modelo retirando a variável com rácio t mais baixo – PIB.

**QUADRO 7.3 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo III - Continente (variável dependente PKT)**

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância (p – value)
Constante	$-406,7 \times 10^3$	$119,0 \times 10^3$	-3,417	0,014
PR	4,575E-02	0,013	3,481	0,013
VM	-5,599E-03	0,001	-4,030	0,007
Coefficiente de Correlação		0,949	Estatística de Durbin-Watson	2,962
Coefficiente de Determinação		0,902	Estatística F(2,6) de Snedecor	27,471
C. Determinação Ajustado		0,869	Significância do teste F	0,001
Erro Padrão da Estimativa		330,9		

De acordo com os valores constantes no quadro de estimação dos mínimos quadrados do Modelo III, verifica-se que todos os coeficientes são estatisticamente significativos [ $|t| > t_{\text{crítico}}$ , onde agora o valor crítico é  $t_{(0,025; 6)} = 2,447$ ], o valor das medidas de qualidade do ajustamento permaneceram praticamente inalteradas: o valor do coeficiente de determinação ajustado elevou-se mesmo de 0,846 para 0,869, e o valor do teste à significância global do modelo (F) [ $F_{\text{obs}} = 27,471 > F_{\text{crítico}}$ , em que o valor crítico é  $F_{(0,05; 2; 6)} = 5,14$ ] tem uma probabilidade associada praticamente nula. Isto significa que, face aos valores amostrais obtidos, se está perante um modelo apropriado para explicar a procura de transporte público rodoviário de passageiros. Todavia, há que ter em conta o valor da estatística Durbin-Watson que ao manifestar um ligeiro agravamento (DW = 2,878), que não sendo conclusivo pode indiciar ainda uma especificação não totalmente adequada. A aplicação mais à frente de outro teste à autocorrelação dos resíduos permitirá tirar conclusões mais seguras sobre a especificação do modelo.

O modelo final resultante do processo de ajustamento seguido pode expressar-se de forma simbólica como segue, onde, entre parênteses, e por baixo da estimativa de cada coeficiente se apresentam os respectivos rácios t:

$$\widehat{PKT}_t = -406\,700 + 0,0458 PR_t - 0,0056 VM_t \quad R^2 = 0,902$$

(-3,417)      (3,481)      (-4,030)

Esta equação fornece a indicação que 90,2% da variação do passageiro quilómetro transportado (PKT) durante os anos de 1992 a 2000 pode ser atribuído às variações das duas variáveis explicativas, população residente (PR) e veículos matriculados (VM). A análise das contribuições individuais de cada uma destas variáveis explicativas, sugere que os sinais dos respectivos coeficientes se adequam ao que seria de esperar. De facto, parece relativamente consensual que o aumento da população residente tenha um impacto igualmente positivo na procura do transporte público, assim como é expectável que uma variação positiva nos veículos matriculados, referindo-se a ligeiros de passageiros, tenha uma influência negativa na procura do transporte público rodoviário. Analisando o poder explicativo das variáveis exógenas, verifica-se que a população residente detém uma maior importância do que os veículos matriculados, uma vez que o coeficiente estimado daquele é superior. De facto, enquanto que uma variação de 1000 veículos ligeiros de passageiros matriculados se estima que induza uma variação de sinal contrário de cerca de 5600 unidades no passageiro quilómetro transportado, mantendo-se inalterado o número de residentes no continente, uma variação de 1000 pessoas na população residente traduz-se por uma alteração, no mesmo sentido, de 45750 unidades de PKT, mantendo-se agora constante o número de veículos matriculados.

Para se validar a adequação do modelo em termos da sua utilização como instrumento de previsão, importa verificar os pressupostos em que o modelo de regressão linear se baseia. Para o efeito aplicam-se os testes à heteroscedasticidade e à autocorrelação dos resíduos.

### 7.2.1.1 Testes à Autocorrelação dos resíduos

A principal consequência da aplicação do método dos mínimos quadrados a uma relação com **X** não estocástica e perturbações autocorrelacionadas é que a estimação deixa de ser eficiente. A violação da hipótese de ausência de autocorrelação determina que o

estimador da variância seja enviesado, implicando que os estimadores obtidos pelo MMQO percam a propriedade de serem os melhores (de menor variância), e assim, retira validade, nomeadamente, ao uso dos testes de significância convencionais t e F (Stewart *et al.*, 1998).

#### 7.2.1.1.1 Teste de Durbin-Watson

A aplicação do teste de Durbin-Watson tem em vista detectar a autocorrelação dos resíduos de 1ª ordem, confirmadas que estão as suas condições de aplicabilidade: o modelo contém termo independente, a matriz de observações das variáveis explicativas é fixa e não existem interrupções na sequência das observações.

Com vista a garantir que as estimações realizadas ao longo do processo de ajustamento não colocam em causa a validade das interpretações feitas em cada um dos modelos analisados, foi aplicado o teste às três versões. Uma vez que  $DW > 2$ , em qualquer dos casos testa-se a hipótese nula de inexistência de autocorrelação contra a hipótese alternativa de existência de autocorrelação negativa, ou seja:

$$H_0: \rho = 0$$

contra

$$H_A: \rho < 0.$$

No quadro que se segue apresentam-se os resultados mais relevantes da aplicação dos testes de Durbin-Watson, que tomaram em consideração uma significância de 5% e um total de  $n = 9$  observações.

QUADRO 7.4 – Testes para autocorrelação de 1ª ordem de Durbin-Watson  
(Aplicação aos Modelos para o Continente-variável dependente PKT)

Modelo	Valor de DW	Limite superior ( $d_U$ )	Limite inferior ( $d_L$ )	Graus de liberdade (n ; k)	Decisão
I	2,868	2,588	0,296	(9 ; 4)	$1,412 < DW < 3,704$
II	2,878	2,128	0,455	(9 ; 3)	$1,872 < DW < 3,545$
III	2,962	1,699	0,629	(9 ; 2)	$2,301 < DW < 3,371$

A observação do quadro de resultados confirma as indicações assinaladas ao longo do processo de formulação dos modelos, aquando da apreciação do valor da estatística de Durbin-Watson. Desde logo é de notar que tratando-se de um teste assintótico e que estando perante amostras de pequena dimensão, os intervalos ou regiões inconclusivas são relativamente grandes. Tendo em atenção as diferentes regras de decisão para o tipo de hipótese alternativa em estudo, verifica-se então que não estão satisfeitas as condições para se tirarem conclusões do teste, uma vez que em qualquer dos três modelos se verifica que  $4 - d_U < DW < 4 - d_L$ , em que  $d_U$  e  $d_L$  são, respectivamente, os limites inferior e superior da tabela de valores críticos da estatística de Durbin-Watson, calculados em função da significância do teste, do número de observações  $n$  e do número  $k$  de variáveis independentes presentes no modelo. (veja por exemplo Ramanathan, 1998).

Sendo o teste inconclusivo quanto à existência de autocorrelação de 1ª ordem, que de algum modo traduz a escassez de graus de liberdade presentes na estimação, não é possível decidir sobre uma eventual má especificação do modelo decorrente da violação do pressuposto da inexistência de autocorrelação. No sentido de garantir segurança às decisões tomadas no decurso do processo de decisão, nomeadamente no domínio da inferência, aplica-se um outro teste mais robusto.

#### 7.2.1.1.2 Teste LM de Breusch-Godfrey

Situando-se o interesse concreto no estudo do problema da autocorrelação dos desvios de 1ª ordem nos três modelos analisados, que a ocorrerem originam incorrecta estimação dos parâmetros, aplicou-se o teste de Breusch-Godfrey aos três ajustamentos. Para aplicar este teste, determinam-se os resíduos estimados em cada modelo, e a partir deles estimam-se modelos artificiais em que as variáveis explicativas são todas as que constam no modelo de partida a que se junta o desfasamento de 1ª ordem dos resíduos. As hipóteses formuladas são:

$$H_0: \delta_1 = 0$$

e

$$H_A: \delta_1 \neq 0$$

em que  $\delta_1$  é o coeficiente de regressão associado à variável desfasada dos resíduos.

No quadro seguinte apresentam-se os resultados mais relevantes da aplicação deste teste aos três modelos que fizeram parte do processo de ajustamento assumindo-se em qualquer das situações um nível de significância de 5%, e um valor crítico da distribuição de qui-quadrado  $\chi^2_{(1)} = 3,841$ .

Por observação do quadro 7.5, constata-se que a estatística do teste ( $T \times R^2$ ) correspondente ao 1º modelo é superior ao valor crítico ( $\chi^2_{(1)}$ ), pelo que se rejeita a hipótese nula do novo coeficiente de regressão ser nulo, o que formalmente significa que existe autocorrelação de 1ª ordem, pelo que as considerações antes produzidas acerca deste modelo, nomeadamente quanto aos valores estimados para os regressores devem ser analisados com cuidado.

**QUADRO 7.5 – Testes de Breusch-Godfrey para detecção de autocorrelação de 1ª ordem**  
(Aplicação aos Modelos para o Continente-variável dependente PKT)

Modelo	Coefficiente de determinação ( $R^2$ )	Estatística t ( $\delta_1$ )	Valor Crítico (t)	Estatística do teste ( $T \times R^2$ )
I	0,608	-0,777	$t_{(0,025; 3)} = 3,182$	4,864*
II	0,291	-0,724	$t_{(0,025; 4)} = 2,776$	2,328
III	0,318	-1,120	$t_{(0,025; 5)} = 2,571$	2,544

Nota: \* indica significativo a um nível de significância de 5%.

Quanto aos restantes ajustamentos a constatação é diversa, uma vez que a estatística do teste ( $T \times R^2$ ) é inferior ao valor crítico, não se rejeitando assim a hipótese nula do novo coeficiente de regressão ser nulo, o que significa que a variável associada não deve ser incluída no modelo. No sentido da confirmação desta decisão, verifica-se que os rácios t correspondentes a estas variáveis apresentam valores inferiores aos respectivos valores críticos, o que significa que em qualquer das situações a variável criada tem reduzida importância explicativa para o modelo. A conclusão formal é de que não existe autocorrelação dos resíduos de 1ª ordem nos modelos II e III, não decorrendo desse facto, qualquer restrição para a validade da estimação efectuada.

### 7.2.1.2 Testes à Heteroscedasticidade dos resíduos

Nas situações de violação da hipótese de homoscedasticidade de os resíduos, ou seja, que os resíduos não têm variância constante, os estimadores de mínimos quadrados dos parâmetros da equação de regressão, embora não sejam afectados no que respeita à centricidade, deixam todavia de ser os de variância mínima entre os estimadores lineares e cêntricos. Deste modo, os estimadores habituais quer da matriz de variâncias e covariâncias quer dos mínimos quadrados dos coeficientes de regressão são inadequados, determinando assim a perda de validade dos processos de inferência estatística que se suportam na informação produzida com base nessas estimativas. Nestas circunstâncias a dispersão dos resíduos aumenta ou diminui com os valores das variáveis independentes, ou com os valores estimados da variável dependente.

#### 7.2.1.2.1 Teste de White

Para aplicar o teste de White, (veja Woldridge, 2000) estima-se em primeiro lugar, recorrendo ao MMQO, o modelo original e que corresponde ao último ajustamento

$$PKT_t = \beta_1 + \beta_2 PR_t + \beta_3 VM_t + u_t$$

e obtêm-se os quadrados dos resíduos estimados,  $\hat{u}_t^2$ . De seguida, e com recurso ao mesmo método de estimação, ajusta-se o modelo com termo independente em que a variável explicada é  $\hat{u}_t^2$  e os regressores são as variáveis explicativas do modelo original, os seus quadrados e produtos cruzados, isto é, conforme visto no capítulo 6,

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 PR_t + \alpha_3 VM_t + \alpha_4 PR_t^2 + \alpha_5 VM_t^2 + \alpha_6 PR_t VM_t + \varepsilon_t$$

e apura-se o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deste ajustamento.

O passo seguinte consiste em testar as hipóteses:

$$H_0: \alpha_2 = \dots = \alpha_6 = 0$$

contra

$$H_A: \exists \alpha_i \neq 0, \quad i = 2, 3, 4, 5, 6.$$

Finalmente, perante a hipótese de homoscedasticidade (não rejeição de  $H_0$ ), sabe-se que  $T \times R^2$  é uma variável aleatória que segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{([k(k+1)/2]-1)} = \chi^2_{([3(3+1)/2]-1)} = \chi^2_{(5)}$ , em que  $k$  é a soma do número de variáveis independentes com a constante do modelo original.

Constatando-se que o valor da estatística do teste é  $T \times R^2 = 9 \times 0,385 = 3,465$  e que o valor crítico da distribuição do  $\chi^2_{(0,05; 5)} = 11,070$ , conclui-se pela não rejeição da hipótese nula, o que fornece evidência estatística de existência de homoscedasticidade dos resíduos  $u_t$ .

#### 7.2.1.2.2 Teste de Breusch-Pagan

Para concretização do teste de Breusch-Pagan, estima-se num primeiro passo, mediante recurso ao MMQO, o modelo sobre o qual se pretende fazer inferência, isto é,

$$PKT_t = \beta_1 + \beta_2 PR_t + \beta_3 VM_t + u_t$$

e obtêm-se os quadrados dos resíduos estimados,  $\hat{u}_t^2$ . De seguida, e utilizando o mesmo método de estimação, ajusta-se o modelo com termo independente em que a variável explicada é  $\hat{u}_t^2$  e os regressores são as variáveis explicativas do modelo original, isto é,

$$\hat{u}_t^2 = \delta_1 + \delta_2 PR_t + \delta_3 VM_t + \varepsilon_t$$

e apura-se o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deste ajustamento;

O passo seguinte consiste em testar as hipóteses:

$$H_0: \delta_2 = \delta_3 = 0$$

contra

$$H_A: \exists \delta_i \neq 0, \quad i=2, 3.$$

Finalmente, perante a hipótese de homoscedasticidade (não rejeição de  $H_0$ ), sabe-se que  $T \times R^2$  é uma variável aleatória que segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{(k-1)} = \chi^2_{(2)}$ , em que  $k$  é o número de variáveis independentes.

Tendo em atenção que o valor da estatística do teste é  $T \times R^2 = 9 \times 0,348 = 3,132$  e que o valor crítico da distribuição do  $\chi^2_{(0,05; 2)} = 5,991$ , conclui-se pela não rejeição da hipótese nula, o que fornece evidência estatística de existência de homoscedasticidade dos resíduos  $u_t$ .

### 7.2.2. Modelo para a região do Algarve

A inexistência de informação desagregada ao nível das NUT'II para variáveis que possam ser consideradas *proxys* do transporte particular de passageiros para o período de interesse do modelo a criar, a exemplo do que foi considerado nos modelos para o Continente através da variável veículos matriculados, introduz uma limitação na análise ao modelo que vier a resultar. Outras relações entre a procura de transporte público de passageiros em modo rodoviário, com outras variáveis económicas, nomeadamente rendimento disponível das famílias, teriam igualmente interesse em serem analisadas através do modelo, mas a ressalva inicial, encontra justificação no desejo de partida de poder vir a relacionar estes dois modos de transporte, que sendo complementares no mercado das movimentações de passageiros, naturalmente concorrem entre si.

A equação inicial para determinar um modelo de procura de transporte público rodoviário de passageiros, do tipo interurbano, para a região do Algarve foi a seguinte:

$$PKT_t = \beta_1 + \beta_2 PR_t + \beta_3 EMP_t + \beta_4 EMP3_t + \beta_5 NES_t + \beta_6 PIB_t + \beta_7 DORM_t + u_t$$

sendo:

- $t$  o índice do ano da observação, de modo que  $t = 1988, \dots, 1999$ ;
- $PKT$ , passageiro quilómetro transportado na região do Algarve;
- $PR$ , população residente na região do Algarve;
- $EMP$ , população activa nos sectores secundário e terciário na região do Algarve;

- EMP3, população activa no sector terciário na região do Algarve;
- NES, número de empresas de serviços na região do Algarve;
- PIB, produto interno bruto da região do Algarve;
- DORM, dormidas nos estabelecimentos hoteleiros da região do Algarve;
- u uma variável residual que absorve outros factores explicativos do PKT não incluídos nas variáveis independentes consideradas;
- $\beta_1$  corresponde ao valor do PKT quando o efeito de todas as variáveis independentes é nulo ( $PR = EMP = EMP3 = NES = PIB = DORM = 0$ );
- $\beta_i$ ,  $i = 2, \dots, 7$ , representa a quantidade de variação no PKT decorrente da variação unitária da variável correspondente, mantendo-se constante o efeito das restantes variáveis independentes.

À semelhança do processo utilizado para chegar ao modelo para o Continente, segue-se a mesma estratégia para o Algarve. Com recurso ao SPSS, aplicou-se o MMQO aos dados observados, tendo resultado um conjunto de valores relativos a diversos tipos de coeficientes, de estatísticas, de significâncias e erros padrões, que se apresentam no quadro seguinte, e de cuja apreciação resultará o evoluir do processo de ajustamento.

Em presença dos valores observados para os rácios t, conclui-se pela existência de má especificação do modelo, uma vez que se constata que todas as variáveis independentes apresentam coeficientes não significativos, ou seja, valores de t inferiores, em módulo, ao t crítico, que para o modelo em observação é:  $t_{(\alpha; n-k)} = t_{(0,05; 12-7)} = 2,015$ .

QUADRO 7.6 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo I - Algarve  
(variável dependente PKT)

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância (p - value)
Constante	$270,8 \times 10^3$	$78,2 \times 10^3$	3,463	0,018
PR	-0,410	0,243	-1,687	0,152
EMP	0,126	0,208	0,607	0,571
EMP3	-0,359	0,230	-1,563	0,179
NES	-0,448	0,450	-0,994	0,366
PIB	-0,01027	0,032	-0,320	0,762
DORM	1,752	1,271	1,378	0,227
Coeficiente de Correlação		0,996	Estatística de Durbin-Watson	
Coeficiente de Determinação		0,992	Estatística F(6, 5) de Snedecor	
C. Determinação Ajustado		0,982	Significância do teste F	
Erro Padrão da Estimativa		1315,2		1,542
				101,20
				0,000

De forma a verificar se as variáveis independentes utilizadas neste primeiro passo, em conjunto, apresentam capacidade explicativa para o modelo, aplica-se um teste F, à significância global que incide sobre os coeficientes associados às variáveis independentes, ou seja, testa-se

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$$

contra

$$H_A: \exists \beta_i \neq 0, \quad i = 2, 3, \dots, 7.$$

Sob a hipótese nula, a seguinte estatística é válida:

$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1 - R^2}{n - k - 1}} \sim F_{(\alpha; k; n - k - 1)}$$

em que k é o número de variáveis independentes e n o número de observações.

Como o valor do teste, dado pelo SPSS, é  $F=101,2$  e  $F_{(\alpha; k; n - k - 1)} = F_{(0,05; 6; 5)} = 4,95$ , rejeita-se a hipótese nula a um nível de significância de

5%. Conclui-se assim, que a um nível de significância de 5% e face à evidência estatística disponível, pela significância global da regressão, o conjunto das variáveis independentes se relacionam linearmente de forma estatisticamente significativa com o passageiro quilómetro transportado.

Tendo em atenção o quadro de coeficientes e a natureza das variáveis explicativas, cria-se um outro modelo retirando a variável com rácio t mais baixo – PIB.

**QUADRO 7.7 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo II - Algarve  
(variável dependente PKT)**

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância (p – value)
Constante	294,2 x 10 <sup>3</sup>	25,7 x 10 <sup>3</sup>	11,430	0,000
PR	-0,481	0,094	-5,094	0,002
EMP	0,104	0,180	0,574	0,587
EMP3	-0,360	0,212	-1,698	0,140
NES	-0,543	0,311	-1,747	0,131
DORM	1,969	0,992	1,984	0,094
Coeficiente de Correlação		0,996	Estadística de Durbin-Watson	1,621
Coeficiente de Determinação		0,992	Estadística F(5, 6) de Snedecor	142,77
C. Determinação Ajustado		0,985	Significância do teste F	0,000
Erro Padrão da Estimativa		1212,8		

De acordo com a informação contida no quadro 7.7, e em presença dos novos valores para os rácios t, e tendo em atenção o aumento, ainda que ligeiro, do coeficiente de determinação ajustado, conclui-se pela melhoria do modelo, embora a sua especificação não se apresente adequada. De facto existem três regressores – EMP, EMP3 e NES - com estatísticas t inferiores, em módulo, ao t crítico, que para o presente modelo é  $t_{(\alpha; n-k)} = t_{(0,05; 12-6)} = 1,943$ , o que significa que não se rejeita a hipótese nula dos  $\beta_i$  serem nulos, e portanto que estas variáveis não contribuem significativamente para a predição da variável dependente – passageiro quilómetro transportado.

No sentido de se apurar se o modelo construído com base nas variáveis independentes presentes neste segundo ajustamento se encontra correctamente especificado, realizou-se um teste F à significância global, à semelhança do

concretizado no modelo inicial. Verificando-se, face a este, alteração do número de graus de liberdade, modifica-se o valor crítico de F, que passou para  $F_{(\alpha; k; n-k-1)} = F_{(0,05; 5; 6)} = 4,39$ . Ao confrontar-se este com o valor do teste (dado pelo SPSS),  $F=142,77$  rejeita-se a hipótese nula de todos os  $\beta_i$  serem nulos, o que significa que é possível retirar a conclusão, que a um nível de significância de 5% o conjunto das variáveis independentes presentes neste modelo se relacionam linearmente de forma estatisticamente significativa com o passageiro quilómetro transportado.

Ainda que se observe um ligeiro aumento da estatística de Durbin-Watson ( $DW = 1,621$ ), não é possível retirar qualquer conclusão definitiva quanto à autocorrelação dos resíduos, uma vez que, mesmo verificadas as condições de validade do teste de Durbin-Watson, o intervalo onde os resultados são inconclusivos tendem a ser maiores à medida que o número de graus de liberdade diminui (Johnston *et al.*, 2001), característica presente no modelo em observação.

Recorrendo novamente ao quadro de coeficientes e à natureza das variáveis não explicativas, cria-se um outro modelo retirando a variável com t mais baixo – EMP.

Em conformidade com o quadro 7.8 onde se apresenta a estimação pelo MMQO do Modelo III - Algarve, a primeira constatação centra-se no facto de todos os coeficientes serem estatisticamente significativos, uma vez que comparados, em termos absolutos, cada uma das estatísticas t com o valor crítico da distribuição t de *student* para 7 graus de liberdade e um nível de significância de 5%, ( $t_{(\alpha; n-k)} = t_{(0,05; 12-5)} = 1,895$ ) se verifica, sempre, a inferioridade numérica deste relativamente aos valores observados dos correspondentes rácios t.

QUADRO 7.8 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários do Modelo III - Algarve  
(variável dependente PKT)

Regressores	Coefficientes ( $\hat{\beta}_i$ )	Erro Padrão Estimativas ( $S_{\hat{\beta}_i}$ )	Rácios ( $t_i$ )	Significância (p – value)
Constante	288,3 x 10 <sup>3</sup>	22,5 x 10 <sup>3</sup>	12,844	0,000
PR	-0,456	0,080	-5,711	0,001
EMP3	-0,241	0,040	-6,011	0,001
NES	-0,660	0,224	-2,952	0,021
DORM	2,184	0,874	2,497	0,041
Coefficiente de Correlação		0,996	Estatística de Durbin-Watson	1,613
Coefficiente de Determinação		0,991	Estatística F(5, 6) de Snedecor	197,26
C. Determinação Ajustado		0,986	Significância do teste F	0,000
Erro Padrão da Estimativa		1153,3		

Para se averiguar o efeito conjunto de todas as variáveis independentes utilizadas nesta fase de estimação, ou seja, verificar a sua capacidade explicativa para o modelo, aplicou-se um teste F à significância global que incide sobre os coeficientes associados às variáveis independentes, colocando-se a hipótese nula de todos os coeficientes de regressão serem nulos. Como o valor do teste, dado pelo SPSS, é  $F=197,26$  e  $F_{(\alpha; k; n-k-1)} = F_{(0,05; 4; 7)} = 4,12$ , rejeita-se a hipótese nula a um nível de significância de 5%, e conclui-se, em função da evidência estatística disponível, pela significância global da regressão, que tem como significado que o conjunto das variáveis independentes se relaciona linearmente de forma estatisticamente significativa com a variável dependente, o passageiro quilómetro transportado. Uma terceira observação tem a ver com as medidas de qualidade do ajustamento cujos valores ao permanecerem praticamente inalteradas, são sintoma de que a extracção da última variável independente, o emprego nos sectores secundário e terciário, não induziu a uma perda de poder explicativo do modelo. No que respeita à estatística de Durbin-Watson, e mantendo-se as limitações assinaladas anteriormente que decorrem do processo de ajustamento se suportar num reduzido número de graus de liberdade, a diminuição do seu valor neste modelo, não indiciando qualquer particularidade, confirma todavia a incapacidade de se poder retirar qualquer conclusão definitiva quanto à autocorrelação dos resíduos. A aplicação de

outro tipo de testes à autocorrelação dos resíduos permitirá tirar conclusões mais seguras sobre a especificação do modelo.

O modelo final resultante do processo de ajustamento seguido pode expressar-se de forma simbólica como segue, onde, entre parênteses, e por baixo da estimativa de cada coeficiente se apresentam os respectivos rácios t:

$$\widehat{\text{PKT}}_t = 288,3 \times 10^3 - 0,456 \text{ PR}_t - 0,241 \text{ EMP3}_t - 0,660 \text{ NES}_t + 2,184 \text{ DORM}_t \quad R^2 = 0,991.$$

$$\begin{array}{cccccc} (12,844) & (-5,711) & (-6,011) & (-2,952) & (2,497) & \end{array}$$

Esta equação fornece a indicação que 99,1% da variação do passageiro quilómetro transportado (PKT) em transporte rodoviário público de passageiros em serviço interurbano na região do Algarve, durante os anos de 1988 a 1999, pode ser atribuído às variações de quatro variáveis independentes, todas elas referenciadas ao mesmo espaço geográfico: população residente (PR), emprego no sector terciário (EMP3), número de empresas de serviços (NES) e dormidas em estabelecimentos hoteleiros (DORM). Uma primeira observação sobre as contribuições individuais de cada uma destas variáveis explicativas, revela uma não conformidade entre os sinais dos respectivos coeficientes e o que a evidência económica faz supor. De facto, e no que em particular respeita à população residente, seria de esperar que o relacionamento com o passageiro quilómetro transportado se expressasse de um modo directo, ou seja, que a uma variação da população residente correspondesse uma variação no mesmo sentido na procura de transporte público. Tal não acontece nem com esta variável nem com as consideradas como *proxys* da actividade terciária na região, o emprego no terciário e o número de empresas de serviços, com os sinais fornecidos pelo modelo em oposição com o que seria expectável. Uma possível interpretação para a situação observada, e que toma em consideração o verificado para estas três variáveis em conjunto, será a de associar ao Algarve a particularidade reconhecida e demonstrada em números (Ine, Anuários Regionais do Algarve) de constituir-se como uma região do país em que o sector terciário é dominante, e que a circunstância de apresentar melhores níveis salariais médios, comparativamente aos restantes sectores de actividade (DETEFP/MTS-Quadros de Pessoal) poder sustentar a ideia que o sector terciário não gera fluxos de movimentos no transporte público de passageiros em modo rodoviário. Ainda que o modelo em observação não o permita, é então de suspeitar que as necessidades de transporte sejam

satisfeitas pelo transporte privado. Finalmente, e quanto à restante variável explicativa presente no modelo, as dormidas em estabelecimentos hoteleiros no Algarve, o sinal fornecido pelo ajustamento evidencia uma relação directa com o passageiro quilómetro transportado, o que, face à inexistência provada e economicamente aceite sobre ligação entre as duas variáveis, traduz um efeito positivo da actividade turística no transporte rodoviário público de passageiros nesta região do país.

Quanto ao poder explicativo das variáveis exógenas, verifica-se que as dormidas em estabelecimentos hoteleiros detêm a maior importância, uma vez que o seu coeficiente estimado é superior, em módulo, a qualquer um dos associados às restantes variáveis. De facto, enquanto que uma variação de 1000 dormidas provoca uma variação no mesmo sentido de cerca de 2184 unidades no passageiro quilómetro transportado mantendo-se constantes as restantes variáveis, uma variação de 1000 unidades na população residente, ou no emprego no sector terciário ou no número de empresas de serviços, variações referenciadas ao Algarve, induzem variações de sinal contrário, respectivamente, de cerca de 456, 241 ou 660 unidades no passageiro quilómetro transportado, *ceteris paribus*.

Com vista à validação do modelo como instrumento de previsão, aplicaram-se testes à heteroscedasticidade e à autocorrelação dos resíduos, verificando-se deste modo se os pressupostos em que o modelo de regressão linear se baseia, são ou não violados.

#### **7.2.2.1 Testes à autocorrelação dos resíduos**

Na sequência do procedimento utilizado no modelo para o Continente também para o do Algarve se aplicam os testes de Durbin-Watson e de Breusch - Godfrey.

##### **7.2.2.1.1 Teste de Durbin-Watson**

Com vista à detecção de autocorrelação dos resíduos de 1ª ordem, aplicou-se o teste de Durbin-Watson, depois de confirmadas as suas condições de aplicabilidade, já anteriormente referidas aquando da realização de idêntico teste no modelo final para o Continente.

Para assegurar a validade das estimações feitas no decurso do processo de ajustamento, a aplicação do teste abrangeu os três modelos. No quadro que se segue apresentam-se os resultados mais relevantes da aplicação dos testes de Durbin-Watson, que em qualquer dos casos tem como hipóteses nula e alternativa, respectivamente,

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_A: \rho > 0$$

ou seja, testa-se a hipótese nula de inexistência de autocorrelação contra a hipótese alternativa de existência de autocorrelação positiva, uma vez que  $DW < 2$ .

**QUADRO 7.9 – Testes para autocorrelação de 1º ordem de Durbin-Watson  
(Aplicação aos Modelos para o Algarve-variável dependente PKT)**

Modelo	Valor de DW	Limite superior ( $d_U$ )	Limite inferior ( $d_L$ )	Graus de liberdade (n ; k)	Decisão
I	1,542	2,832	0,268	(12 ; 6)	$d_L < DW < d_U$
II	1,621	2,506	0,379	(12 ; 5)	$d_L < DW < d_U$
III	1,613	2,177	0,512	(12 ; 4)	$d_L < DW < d_U$

A observação do quadro de resultados confirma as indicações assinaladas ao longo do processo de formulação do modelo, aquando da apreciação do valor da estatística de Durbin-Watson. Em qualquer dos três modelos verifica-se que o valor do teste está contido no intervalo que tem por extremos os limites inferior e superior da tabela de valores críticos construída para a este tipo de teste, para um nível de significância de 5%, o que formalmente significa que o teste é inconclusivo e portanto se está numa zona onde a decisão de existência de autocorrelação de 1ª ordem é indeterminada.

Perante esta conclusão procedeu-se à realização de testes para detectar a existência de autocorrelação, cuja formulação garante maior robustez, não estando portanto tão sujeito às limitações impostas pelo reduzido número de graus de liberdade.

## 7.2.2.1.2 Teste LM de Breusch-Godfrey

Mantendo-se o propósito de averiguar a existência de autocorrelação dos resíduos de 1ª ordem, determinante de uma deficiente estimação dos parâmetros, e assim incorrecção no processo de ajustamento, aplicou-se o teste de Breusch-Godfrey aos três modelos. Para aplicar este teste, determinam-se os resíduos estimados em cada modelo, e partir deles estimam-se novos modelos em que as variáveis explicativas são todas as que constam no modelo de partida a que se junta o desfaseamento de 1ª ordem dos resíduos. As hipóteses nula e alternativa formuladas são:

$$H_0: \delta_1 = 0$$

$$H_A: \delta_1 \neq 0$$

em que  $\delta_1$  é o coeficiente de regressão associado à variável desfasada dos resíduos dum modelo como o dado na secção 6.11.1.

**QUADRO 7.10 – Testes de Breusch-Godfrey para detecção de autocorrelação de 1ª ordem**  
(Aplicação aos Modelos para o Algarve-variável dependente PKT)

Modelo	Coefficiente de determinação ( $R^2$ )	Estatística t ( $\delta_1$ )	Valor Crítico (t)	Estatística do teste ( $T \times R^2$ )
I	0,166	0,473	$t_{(0,025; 4)} = 2,776$	1,826
II	0,060	0,217	$t_{(0,025; 5)} = 2,571$	0,660
III	0,066	0,267	$t_{(0,025; 6)} = 2,447$	0,726

No quadro anterior apresentam-se os resultados mais relevantes da aplicação do teste LM aos três modelos que fizeram parte do processo de ajustamento assumindo-se em qualquer das situações um nível de significância de 5%, e um valor crítico da distribuição de qui-quadrado  $\chi^2_{(1)} = 3,84$ .

Como a estatística do teste ( $T \times R^2$ ) é, em qualquer dos três modelos, inferior ao valor crítico ( $\chi^2_{(1)}$ ), não se rejeita a hipótese nula do novo coeficiente de regressão ser nulo, o que significa que a correspondente variável não deve ser incluída no modelo. No sentido da confirmação desta decisão, verifica-se que os rácios t correspondentes a estas variáveis apresentam valores inferiores aos respectivos valores críticos, o que significa

que em qualquer das situações a variável criada tem reduzida importância explicativa para o modelo. A conclusão formal é de que não existe autocorrelação dos resíduos de 1ª ordem, não decorrendo desse facto, qualquer restrição para a validade da estimação efectuada.

### 7.2.2.2 Testes à Heteroscedasticidade dos resíduos

Em presença de heteroscedasticidade, a matriz de variâncias apresenta termos não iguais na diagonal principal. A tradução desta situação ao nível da estimação é a perda de validade dos processos de inferência, provocando valores estimados inadequados da variável dependente (Gujarati, 1995), uma vez que os resíduos têm uma dispersão que aumenta ou diminui com os valores das variáveis independentes, ou com os valores estimados da variável dependente. A detecção da existência de heteroscedasticidade baseia-se na análise dos resíduos de estimação dos mínimos quadrados ordinários, estando disponíveis, entre outros, os que a seguir se utilizam.

#### 7.2.2.2.1 Teste de White

O teste de White não requer a especificação das variáveis que se suspeita produzirem a heteroscedasticidade, recorrendo-se a uma regressão auxiliar dos quadrados dos resíduos da estimação dos mínimos quadrados sobre todas as variáveis não redundantes no conjunto de regressores incluídos, os seus quadrados, os seus produtos cruzados e incluindo o termo constante. Partindo do modelo ajustado sobre o qual se pretende verificar a presença de heteroscedasticidade:

$$PKT_t = \beta_1 + \beta_2 PR_t + \beta_3 EMP3_t + \beta_4 NES_t + \beta_5 DORM_t + u_t$$

obtêm-se os quadrados dos resíduos estimados,  $\hat{u}_t^2$ , e utilizando o mesmo método de estimação ajusta-se o seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \hat{u}_t^2 = & \alpha_1 + \alpha_2 PR_t + \alpha_3 EMP3_t + \alpha_4 NES_t + \alpha_5 DORM_t + \alpha_6 PR_t^2 + \alpha_7 EMP3_t^2 + \\ & + \alpha_8 NES_t^2 + \alpha_9 DORM_t^2 + \alpha_{10} PR_t EMP3_t + \alpha_{11} PR_t NES_t + \alpha_{12} PR_t DORM_t + \\ & + \alpha_{13} EMP3_t NES_t + \alpha_{14} EMP3_t DORM_t + \alpha_{15} NES_t DORM_t + \varepsilon_t \end{aligned}$$

e apura-se o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deste ajustamento;

O passo seguinte consiste em testar as hipóteses nula e alternativa seguintes:

$$H_0: \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_{14} = \alpha_{15} = 0$$

$$H_A: \exists \alpha_i \neq 0, \quad i = 2, 3, \dots, 14, 15.$$

Perante a hipótese de homoscedasticidade (não rejeição de  $H_0$ ), sabe-se que  $T \times R^2$  é uma variável aleatória que segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{([k(k+1)/2]-1)} = \chi^2_{([s(s+1)/2]-1)} = \chi^2_{(14)}$ , em que  $k$  é a soma do número de variáveis independentes com a constante.

Constatando-se que o valor da estatística do teste é  $T \times R^2 = 12 \times 0,744 = 8,928$  e que o valor crítico da distribuição do  $\chi^2_{(0,05; 14)} = 23,685$ , conclui-se pela não rejeição da hipótese nula, o que fornece evidência estatística de existência de homoscedasticidade dos resíduos  $u_t$ .

#### 7.2.2.2.2 Teste de Breusch-Pagan

À semelhança do teste anterior, no teste de Breusch-Pagan o procedimento inicial mantém-se quanto à forma de obter os resíduos, alterando-se contudo o processo de ajustamento do modelo artificial. Este modelo tem termo independente, a variável dependente é  $\hat{u}_t^2$  e os regressores são as variáveis explicativas do modelo de partida, isto é,

$$\hat{u}_t^2 = \delta_1 + \delta_2 PR_t + \delta_3 EMP3_t + \delta_4 NES_t + \delta_5 DORM_t + \varepsilon_t$$

Através da aplicação do método dos mínimos quadrados ajusta-se o modelo e apura-se o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deste ajustamento;

As hipóteses em teste são:

$$H_0: \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0$$

contra

$$H_A: \exists \delta_i \neq 0 \quad i = 2, 3, 4, 5.$$

Perante a hipótese de homoscedasticidade sabe-se que  $T \times R^2$  é uma variável aleatória que segue uma distribuição assintótica  $\chi^2_{(k-1)} = \chi^2_{(4)}$ .

O valor da estatística do teste é  $T \times R^2 = 12 \times 0,131 = 3,132$  e o valor crítico da distribuição é  $\chi^2_{(0,05; 4)} = 9,488$ , pelo que se conclui pela não rejeição da hipótese nula, o que fornece evidência estatística de existência de homoscedasticidade dos resíduos  $u_i$ .

### 7.3. Síntese de resultados

Concluída a apresentação dos modelos e aplicados os testes que garantem validade aos pressupostos (homoscedasticidade e ausência de autocorrelação) subjacentes ao método utilizado para a estimação dos parâmetros daqueles modelos – método dos mínimos quadrados ordinários – reveste-se de interesse coligir os resultados para os modelos finais do Continente e da região do Algarve (Quadro 7.11). Com base nesses resultados torna-se possível dar destaque às principais conclusões que resultam da comparação das formulações da procura de transporte determinados.

Uma primeira observação permite constatar que os modelos são estruturalmente distintos. De facto é diferente não apenas o número de variáveis presentes nas versões finais dos modelos para cada um dos espaços geográficos em estudo, como também o número de observações que servem de base à sua determinação. Neste domínio merece ainda referência o facto de, para além da constante, apenas uma variável se apresentar nos dois modelos – a população residente. Para os regressores comuns aos dois modelos, constata-se que os sinais são distintos.

Enquanto no modelo para o Continente a procura de transporte público rodoviário de passageiros é explicada por duas variáveis que pressupostamente representam, uma, a realidade demográfica, a outra, a procura de transporte, no modelo para a região do Algarve a componente demográfica encontra-se igualmente representada, conjuntamente com participação de aspectos com reconhecida importância na caracterização desta região e que são a actividade terciária, e mais particularmente o turismo.

QUADRO 7.11 – Estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários dos Modelos Finais para o Continente e para o Algarve (variável dependente PKT)

REGRESSORES	MODELO CONTINENTE	MODELO ALGARVE
Constante	-406,7 x 10 <sup>3</sup> (-3,417)	288,3 x 10 <sup>3</sup> (12,844)
PR	0,04575 (3,481)	-0,456 (-5,711)
VM	-0,0056 (-4,030)	-
EMP3	-	-0,241 (-6,011)
NES	-	-0,660 (-2,952)
DORM	-	2,184 (2,497)
Dimensão da amostra	9	12
Coefficiente de Determinação	0,902	0,991
C. Determinação Ajustado	0,869	0,986
t crítico ( $\alpha = 5\%$ )	2,447	1,895
F crítico ( $\alpha = 5\%$ )	5,14	4,12
Estatística F de Snedecor	27,471	197,26
Estatística de Durbin-Watson	2,962	1,613

Como se pode verificar os valores da regressão para o primeiro destes dois modelos comportam-se conforme o esperado, verificando-se contribuições positivas da população residente e negativas do número de veículos matriculados. Já no que respeita ao modelo determinado para a região do Algarve o comportamento da generalidade dos sinais não é compaginável com a percepção da realidade, apresentando-se quer a população residente quer as componentes da actividade terciária com coeficientes de sinal negativo. A apreciação conjunta das variáveis que demonstram este pretenso desajuste, de algum modo pode conduzir à consideração de que provavelmente a actividade terciária, sendo maioritária na região, e naturalmente com peso acrescido na população residente, poderá ter a satisfação das necessidades de transporte mais significativamente associadas ao transporte individual. Todavia, esta apreciação não se

encontra fundamentada no modelo em apreciação, facto que justificará investigação específica no futuro no sentido da sua confirmação ou não.

Apenas a variável representativa da actividade turística (DORM) se exclui do tipo de comportamento registado anteriormente para as restantes participações no modelo para o Algarve, observando-se uma comparticipação positiva, o que de certa forma se compreende se tivermos em consideração que existem necessidades de transporte com origem na população turística que visita o Algarve, que podem ser satisfeitas pelo transporte público rodoviário de passageiros.

Em comum para os dois modelos duas observações finais. Por um lado a constatação de que todos os valores das regressões apresentam significância pelo menos a 5%. Por outro, e atendendo à extensão do período para o qual se encontram disponíveis os dados que suportam a construção dos dois modelos, reafirma-se a necessidade de qualquer análise que sobre eles se sustente dever merecer cuidados especiais. A reduzida dimensão das séries não apenas inviabiliza a abordagem dinâmica, o que deixa de fora uma análise mais adequada ao tipo de dados temporais das séries em estudo, como aumenta a imprecisão das estimativas dos parâmetros das regressões e das variâncias dos modelos.

## ***CAPÍTULO 8***

### **CONCLUSÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS**

---

Com o presente trabalho pretendeu-se criar modelos de procura de transporte público rodoviário de passageiros, um para Portugal Continental e outro para a região do Algarve. Para qualquer destes dois espaços geográficos a modelação foi conseguida à custa de relação estatística e econométrica entre indicadores que à partida foram considerados potencialmente explicativos e que simultaneamente cumpriam o propósito de representar realidades exógenas à actividade de transportes. Ainda que não controlados pelos actores privilegiados do sector, procurou-se que estes indicadores reflectissem a interacção dos sistemas que representavam e a actividade transportadora.

Os resultados atingidos configuram um painel interpretativo, cuja validade está em parte limitada pelo domínio de variação experimentado para as grandezas intervenientes durante o período em análise. Em concreto, as apreciações limitam-se a períodos de reduzida dimensão temporal, fundamentalmente devidos à restrita disponibilização de informação para medir os fluxos de passageiros de interesse para este trabalho, facto que condiciona a aplicação de metodologias indicadas para modelos dinâmicos, cuja amplitude de análise permitiria previsões mais consistentes com o médio e longo prazo. Ainda que com alguma parcimónia, a natureza de curto prazo dos

modelos determinados permitem não só efectuar previsões como também estimar efeitos das diversas variáveis exógenas, mais significativas as que se fixaram nos modelos finais para cada uma das áreas de estudo. Identificadas assim as variáveis de enquadramento com importância para a caracterização da procura de transporte, não pode, por simples e imediata decorrência concluir-se que as restantes não possuem afinal interesse explicativo. Ainda que não provado por ora que detêm interesse na geração de fluxos de passageiros, manda a prudência acautelar conclusões quanto à sua ineficácia, muito em particular se for tido em consideração que os transportes constituem, desde há largo tempo, um sector fundamental da actividade económica que simultaneamente condiciona e fomenta o desenvolvimento económico e social.

Neste contexto cumpre ainda referir que, constituindo os três modelos apresentados para cada área geográfica de interesse, versões em que já transparece alguma importância explicativa por parte das variáveis que nelas figuram, a não observação explícita, entre outras, das atrás referenciadas, população escolar e população activa, revelam tão somente que em fases anteriores do processo deixaram de manifestar utilidade para explicar o passageiro quilómetro transportado.

Tendo os processos de ajustamento determinado modelos finais distintos para o Continente e para a região do Algarve, em resultado quer da diferente composição das variáveis presentes, quer da desigual capacidade explicativa, quando a variável exógena é comum aos dois modelos, as conclusões a extrair das respectivas análises impõem-se também de explicitação individualizada.

Com base no modelo final para o Continente, que envolveu informação que abrangeu os anos de 1992 a 2000, a principal conclusão vai no sentido da confirmação da interacção entre os transportes e a demografia e simultaneamente na existência de um efeito de competitividade entre as modalidades de transporte público e privado de âmbito rodoviário.

Aceitando que a população residente de uma determinada região é uma representação quantificada da demografia desse espaço, a sua presença no modelo de procura de transporte público rodoviário de passageiros do Continente fornece justificação para a afirmação anterior e assim estabelece um domínio para caracterização

da relação de causa efeito. Tal significa que, através deste modelo, se torna possível, dentro de parâmetros previamente fixados, prever e dimensionar o impacto de variações demográficas no fluxo de passageiros

Por outro lado, sendo aceite que o número de veículos ligeiros de passageiros matriculados no Continente pode ser considerado como uma *proxy* do transporte individual de passageiros, o sinal negativo do coeficiente que lhe está associado, ao revelar evoluções divergentes com o passageiro quilómetro transportado, manifesta sintoma que, para um determinado nível de necessidades de transporte a satisfazer em modo rodoviário, o maior protagonismo de uma modalidade induz menor participação da restante.

A variável que demonstrou ser a mais importante na explicação da procura de transporte público rodoviário de passageiros no Continente foi a que representa a demografia, observando-se que o impacto provocado pela variação da população residente, quando comparado com o atribuído à alteração do número de veículos matriculados é manifestamente superior.

O modelo final de procura para o transporte público rodoviário de passageiros determinado para a região do Algarve, que tomou em consideração dados para o período abrangido pelos anos de 1988 a 1999, permite identificar a contribuição de três domínios de intervenção distintos, que sinteticamente expressam, nesta parcela do país, a relação dos transportes com a demografia, com a actividade desenvolvida pelo sector terciário e com a principal componente económica— o turismo.

No que respeita à primeira interacção, a variável utilizada para medir a influência da demografia foi a população residente, cuja contribuição negativa, analisada de modo isolado, contrasta com a percepção da realidade. Sendo de esperar que a variação da procura de transportes tivesse um comportamento idêntico, em sinal, ao da população residente, verifica-se que esta apresenta sinal negativo, ainda que o impacto induzido se expresse por um valor reduzido.

Observando a relação entre a procura e a actividade terciária, medida esta através de dois indicadores, o emprego e o número de empresas, igualmente se constatou que a influência provocada por qualquer destes evidenciava efeito contrário ao que seria de

esperar. No caso do emprego, a ligação que se estabelece com o fluxo de passageiros, é a que apresenta valor mais reduzido, facultando o sinal negativo uma interpretação contraditória, da mesma natureza da que ocorre para o número de empresas de serviços, cuja diferença se situa apenas ao nível da dimensão do impacto induzido que é cerca de três vezes superior.

A evidência empírica traduzida pelo modelo analisado para a região do Algarve permite concluir que a satisfação das necessidades de transportes que decorrem da alteração do nível de actividade no sector terciário não é concretizada através dos transportes públicos rodoviários.

Quanto à restante variável explicativa utilizada como *proxy* da actividade turística a conclusão retirada é que além de apresentar a maior contribuição individual para o poder explicativo do modelo, o sinal revelou que entre os transportes públicos rodoviários de passageiros e os turistas que visitam Algarve existe um relacionamento positivo. De entre os estudos anteriores conhecidos no âmbito destas duas grandes áreas de actividade – transportes públicos em modo rodoviário e turismo – nenhum invocou qualquer relacionamento entre si que pudesse confirmar ou não a natureza da relação a que este trabalho chegou, pelo que a descoberta proporcionada pelo modelo pode ser considerada com interesse tendo em vista o aprofundamento da caracterização dos dois subsectores no médio prazo.

Analisados separadamente os resultados da modelação efectuada à procura de transporte público rodoviário de passageiros para o Continente Português e para a região do Algarve uma conclusão que resulta da confrontação dos dois modelos é a sua diferente formulação, restando em comum apenas uma variável – a população residente, que todavia manifesta um comportamento distinto nos dois modelos, quer em intensidade do impacto quer no sinal da relação. Relativamente às restantes variáveis de enquadramento, enquanto o modelo para o Continente capta o efeito do transporte particular, na região do Algarve esta envolvência não foi conseguida por indisponibilidade de dados, mas no modelo criado encontram-se reflectidas ligações com actividades de grande importância para a caracterização desta zona do país, o turismo e, em sentido mais amplo, o conjunto das que integram o sector terciário. Em particular no que respeita à actividade turística, e a consolidar-se a conclusão permitida

pelo modelo, será possível perspectivar o comportamento da procura do transporte público rodoviário de passageiros na região, e de algum modo do desenvolvimento da actividade, mediante o conhecimento prévio das estimativas de evolução para o turismo. Ainda que com um impacto menor na procura, o efeito de terciarização captado pelo modelo, contribuirá igualmente para o dimensionamento da procura e assim medir a influência na actividade de transporte público da região.

Do desenvolvimento do presente trabalho emergiu um conjunto de questões que, situando-se quer no domínio dos constrangimentos que decorreram do reduzido horizonte temporal que abrangeu a análise, quer das possibilidades que resultam da extensão de aplicação dos modelos criados a outras áreas de interferência com os transportes, constituem sugestões de investigação. Assim poderão ser objecto de desenvolvimento futuro:

- a modelação dinâmica da procura de transporte público rodoviário de passageiros, mediante a qual seja possível a construção de modelos com aplicação a longo prazo, visto serem sensíveis à evolução da população, e se suspeitar que melhor responderão a alterações de outras variáveis que incluídas poderão constituir instrumentos de medição de outras actividades com interacção na actividade de transportes, nomeadamente, população escolar.
- o aperfeiçoamento dos modelos criados através da incorporação de outras variáveis, que continuando a ser exógenas à actividade de transportes, poderão revestir-se de interesse para o aprofundamento das ligações do sector com outras realidades. Neste âmbito poderá equacionar-se a inclusão de indicadores que reflectam custos de operação, como por exemplo, preço dos combustíveis, ou incentivos/desincentivos ao uso do transporte público, mediante recurso, por exemplo, a dados de natureza fiscal, que possam ser considerados *proxys* daqueles.
- a criação de modelos de procura que integrem variáveis que sendo representantes de consumos energéticos venham a permitir melhor identificar a participação do transporte público rodoviário de passageiros, de tipo interurbano, na factura energética do país.

- a aplicação dos modelos de procura do tipo estudado a transportes de outra natureza, nomeadamente o privado.
- a ampliação da modelização ao domínio ambiental, por se revelar de grande importância devido à forte contribuição da actividade dos transportes em geral para a problemática ambiental. Neste âmbito justificam-se todos os esforços de modelação que possam conduzir à melhor caracterização possível das contribuições de cada domínio dos transportes para os custos ambientais; a partir da quantificação dos diferentes impactos, será possível a tomada de decisões a vários níveis, nomeadamente político, com intervenções dissuasoras de cariz fiscal, regulador e de sistema de planeamento.

## ANEXO

Durante a elaboração da presente dissertação e no que em concreto se relaciona com os dados utilizados para a construção dos modelos de procura de transporte rodoviário de passageiros para o Continente e para a região do Algarve, foram diversas as fontes consultadas. No quadro que se segue apresentam-se, para cada um destes tipos de modelos, as variáveis utilizadas e as respectivas fontes.

<b>MODELO</b>	<b>VARIÁVEL</b>	<b>FONTE</b>
Continente.	$PA_t$ – População Activa	Séries Cronológicas de Produção, Despesa e Rendimento, BANCO DE PORTUGAL, 1974 – 1998 (valores para o Continente e Ilhas).
Continente e Algarve.	$EMP_t$ – Emprego nos sectores secundário e terciário.	Contas Regionais 1986-1990 e 1995 (anos de 1985 a 1994) INE; Anuários Regionais, 1995-1998 (anos de 1995 a 1998) INE; Inquérito ao Emprego 1999 (ano de 1999).
Continente e Algarve.	$EMP3_t$ – Emprego no sector terciário.	Contas Regionais 1986-1990 e 1995 (anos de 1985 a 1994) INE; Anuários Regionais, 1995-1998 (anos de 1995 a 1998) INE; Inquérito ao Emprego 1999 (ano de 1999).

Continente.	<b>PE<sub>t</sub></b> – População Escolar com exclusão do 1º Ciclo do Ensino Básico e inclusão do ensino superior.	Alunos Matriculados segundo o Nível de Educação/Ensino por NUTS II, Anos lectivos de 1984/1985 a 2000/2001 – Ministério da Educação, Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento
Continente e Algarve.	<b>PR<sub>t</sub></b> – População Residente	Séries Cronológicas das Estimativas de População Residente em 31.XII, segundo o Sexo por NUTS I,II,III e Concelhos (anos de 1985 a 2000), INE.
Continente e Algarve.	<b>NES<sub>t</sub></b> – Número de empresas de serviços.	Anuários Estatísticos (anos de 1985 a 1999), INE.
Continente e Algarve.	<b>PIB<sub>t</sub></b> – Produto interno bruto, a preços de mercado.	Séries Cronológicas do PIBpm por NUTS II e III (anos de 1988 a 1997) e Contas Regionais, 1995-1998 e estimativas 1999 (anos de 1997 a 1999), e actualização de Contas Regionais (2000), INE.
Continente	<b>VM<sub>t</sub></b> – Veículos matriculados (ligeiros de passageiros em 31/12).	Estatísticas dos Transportes e Comunicações, 1992 a 2000, INE.

Continente	<b>VC<sub>t</sub></b> – Evolução das vendas de combustíveis, excluído o gasóleo (tonelada).	Estatísticas dos Transportes e Comunicações, 1992 a 2000, INE.
Continente e Algarve	<b>PKT<sub>t</sub></b> – Passageiro quilómetro transportado do serviço interurbano do transporte público rodoviário de passageiros.	Estatísticas dos Transportes e Comunicações, 1992 a 2000, INE (Continente).  Valores calculados a partir de informação fornecida pelas empresas operadoras na região - Eva Transportes e Frota Azul Algarve (Algarve).
Algarve	<b>DORM<sub>t</sub></b> – Dormidas nos estabelecimentos hoteleiros.	Estatísticas do Turismo, 1988 a 1999, INE.

## BIBLIOGRAFIA

- Acutt, M. Z., Dodgson, J. S.** (1996), The Impact of Economic Policy Instruments on Greenhouse Gas Emissions from the Transport Sector. In **Hensher, D. A., King, J.** (Eds.), *World Transport Research: Proceedings of the 7<sup>th</sup> World Conference on Transportation Research*, Amsterdam, Elsevier.
- Acutt, M. Z., Dodgson, J. S.** (1998), Transport and Global Warming: Modelling the Impacts of Alternative Policies. In **Banister, D.** (Ed.), *Transport Policy and the Environment*, London, E & FN Spon.
- Associação de Municípios do Algarve** (1999) – *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Região do Algarve*, Faro, AMAL.
- Aydalot, P.** (1985) – *Economie Régionale et Urbaine*, Paris, Económica.
- Banco de Portugal** (2000) – Relatório do Conselho de Administração – Gerência de 2000
- Banco de Portugal** – Séries Cronológicas de Produção, Despesa e Rendimento – 1960 a 1998.
- Banister, D.** (1998) *Transport Policy and the Environment*, Oxford, Alexandrine Press.
- Black, J.** (1981) *Urban Transport Planning – Theory and Practice*, London, Croom Helm.
- Bovy, P. H. L., Orfeuill, J. P., Zumkeller, D.** (1993), Europe: A Heterogenous 'Single Market'. In **Salomon, I., Bovy, P., Orfeuill, J. P.** (Eds.), *A Billion Trips a Day: Tradition and Transition in European Travel Patterns*, AA Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Brunet, R., Ferras, R., Théry, H.** (1992), *Les Mots de la Géographie: dictionnaire critique*. Paris, 3<sup>a</sup> edição revista e aumentada, Reclus – La documentation Française.
- Bureau of Transport Economics** (1998), *Urban Transport models: a review*, Working Paper 39, Canberra, Bureau of Transport Economics.

- Button, K. J.** (1993), *Transport Economics*, Cambridge, United Kingdom, 2nd edition, University Press.
- Button, K. J.** (1977) *The Economics of Urban Transport*, Farnborough, United Kingdom, Saxon House.
- Comissão de Coordenação da Região do Algarve** (1990) – *Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve*, Faro, CCR-Algarve.
- Comissão de Coordenação da Região do Algarve** (1990) – *Plano Energético da Região do Algarve*, Faro, CCR-Algarve e Perform Energia (em colaboração com a Universidade do Algarve).
- Comissão de Coordenação da Região do Algarve** (1997) – *Algarve - Desafio para o Futuro*, Faro, 2ª Edição CCR-Algarve.
- Comissão de Coordenação da Região do Algarve** (Agosto 1999) – *Estratégia de Desenvolvimento do Algarve*, Faro, CCR-Algarve.
- Centro Interdisciplinar de Estudos Económicos** (Abril 1998) – *As Potencialidades da Região do Algarve - Relatório Final*, Lisboa, Estudo do Instituto Emprego e Formação Profissional (IEFP).
- Davidson, R., Mackinnon, J. G.** (1993), *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford, Oxford University Press.
- Davidson, J.** (2000), *Econometric Theory*, Oxford, Blackwell.
- Barra, T.,** (1989) *Integrated Land Use and Transport Modelling: Decision Chains and Hierarchies*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Direcção Geral do Ambiente** (1997) *Sistemas de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Portugal (SIDS)*, Lisboa, Direcção Geral do Ambiente.
- Direcção Geral do Ambiente** (2001) **Relatório do Estado do Ambiente 2000**, Lisboa, Direcção Geral do Ambiente.
- Direcção-Geral do Desenvolvimento Regional** (2000), *As Infra-Estruturas Produtivas e os Factores de Competitividade das Regiões e Cidades Portuguesas*, Lisboa, DGDR.
- European Commission** (1999) *Annual Energy Review 1999*, EC.

- Fowkes, A. S., May, A. D., Nash, C. A., Siu, Y. L., Rees, P. H.** (1998), Forecasting Road Traffic Growth: Demographic Change and Alternative Policy Scenarios. In **Banister, D.** (Ed.), *Transport Policy and the Environment*, London, E & FN Spon.
- Godfrey, L. G.** (1988), Misspecification Tests in Econometrics, *Econometric Society Monographs*, Cambridge University Press.
- Greene, W.H.** (1993), *Econometric Analysis*, New York, Macmillan Publishing Company.
- Gujarati, D. N.** (1995) *Basic Econometrics*, Singapore, 3th edition, McGraw-Hill.
- Hilling, D.** (1996) *Transport and Developing Countries*, London, Routledge.
- Instituto de Estradas de Portugal**, *Recenseamento de Tráfego 1995*, Lisboa, IEP.
- Instituto de Estradas de Portugal**, *Recenseamento de Tráfego 1999*, Lisboa, IEP.
- Instituto Nacional de Estatística** – Anuários Estatísticos – 1985 a 1999, Lisboa, INE.
- Instituto Nacional de Estatística** – Censos 1981 e 1991 - Resultados Definitivos e Censos 2001 – Resultados Provisórios, Lisboa, INE.
- Instituto Nacional de Estatística** – Contas Regionais – 1986-1990, 1995 e estimativas de 1999, Lisboa, INE.
- Instituto Nacional de Estatística** – Estatísticas dos Transportes e das Comunicações – 1985 a 1999, Lisboa, INE.
- Instituto Nacional de Estatística** – Inquérito ao Emprego – 1999, Lisboa, INE.
- Instituto Nacional de Estatística** – Séries Cronológicas das Estimativas da População Residente em 31.XII – 1985 a 1999, Lisboa, INE.
- Inverno, A e Lamarão, A** (2001) *Caracterização Energética do País e do Algarve - Uma breve Abordagem, TECNOVISÃO Nº12*, Faro, Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Algarve.
- Junta Autónoma das Estradas**, *Recenseamento de Tráfego 1985*, Lisboa, JAE.
- Junta Autónoma das Estradas**, *Recenseamento de Tráfego 1990*, Lisboa, JAE.
- Johnston, J.** (1991) *Econometrics Methods*, Singapore, 3ª edição, McGraw-Hill.

**Johnston, J e Dinaro, J.** (2001) *Modelos Econométricos*, Lisboa, 4ª edição, McGraw-Hill.

**Jones, P. S., Clark, M. e Heggie, I.** (1983), *Understanding Travel Behaviour*, Gower, United Kingdom, Aldershot,

**Korver, W., Klooster, J., Jansen G. R. M.** (1993), Car – Increasing ownership and Decreasing Use. In **Salomon, I., Bovy, P., Orfeuill, J. P.** (Eds.), *A Billion Trips a Day: Tradition and Transition in European Travel Patterns*, AA Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

**Krishanamurti, J.** (1998), Face à la vie. In *Metodologia Científica: Contributos práticos para a elaboração de trabalhos académicos*, Azevedo, C. A. M., Azevedo, A. G., Porto, 4ª edição, C. Azevedo.

**Lopes, A. S.** (1987) *Desenvolvimento Regional: Problemática, Teoria, Modelos*, Lisboa, 3ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian.

**Lopes, A. S.** (1992) *Sobre a Política Regional* [S.I.].

**Lopes, J. S.** (1996), *A Economia Portuguesa desde 1960*, Lisboa, Gradiva.

**Maddala, G. S.** (1992), *Introduction to Economics*, New York, Macmillan Publishing Company.

**Madison, D., Pearce, D., Johansson, O., Calthrop, E., Litman, T.e Verhoef, E.** (1996), *The True Cost of Road Transport*, Londres, Earthscan.

**Ministério da Educação - Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento**—*Séries Cronológicas das Estimativas da População Residente em 31.XII – 1985 a 1999*, Lisboa, Ministério da Educação.

**Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Secretaria de Estado do Planeamento e do Desenvolvimento Regional** (1994), *Infra-estruturas de apoio ao desenvolvimento. QCA II / PDR 1994/1999*, Lisboa, MEPAT / SEPDR.

**Ministério do Trabalho e da Solidariedade Departamento de Estatística do Trabalho, Emprego e Formação Profissional** – *Quadros de Pessoal – 1985 a 1999*, Lisboa, Ministério do Trabalho e da Solidariedade.

- Morellet, O., Marchal, P.** (1995) *M.A.T.I.S.S.E., un modèle de trafic intégrant étroitement contexte socio-économique et offre de transport*, rapport n° 203, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS).
- Nijkamp, P., Rienstra, S.A. e Vleugel, J.M.** (1997) *Transportation Planning and the Future*, Londres, John Wiley & Sons Ltd.
- OCDE/ECMT** (1995) *Urban Travel and Sustainable Development*, Paris, OCDE.
- Oppenheim, N.** (1995) *Urban Travel Demand Modelling*, New York, John Wiley (USA).
- Ortuzar, J de D. e Willumsen, L. G.** (1994) *Modelling Transport*, New York, John Wiley & Sons.
- Owen, W.** (1964) *Strategy for Mobility*, Washington, Brookings Institution.
- Pagan, A. R.** (1984), *Model Evaluation by Variable Addition*, in **Hendry, D.F. and Wallis, K.F.** (Eds.) *Econometrics and Quantitative Economics*, Oxford, Basil Blackwell.
- Peirson, J., Vickerman, R.** (1998), The Environment, Efficient Pricing and Investment in Transport: A Model and Some Results for the UK. In **Banister, D.** (Ed.), *Transport Policy and the Environment*, London, E & FN Spon.
- Pendyala, R. M., Kitamura, R., Chen, C. e Pás, E. I.** (1997), 'An activity-based microsimulation analysis of transportation control measures', *Transport Policy*, Vol 4, N° 3, pp 183-192
- Portugal, P., Oliveira, M.M., Aguiar, A., Carvalho, A., Martins, F.V., Mendes, V.** (1997) *Econometria: Exercícios*, Lisboa, Portugal, McGraw-Hill.
- Putman, S. H.** (1973) *The Interrelationships of Transport Development and Land Development*, University of Pennsylvania, Philadelphia: Department of City and Regional Planning.
- Putman, S. H.** (1975a) Urban land use and transport models: a state of the art summary' *Transportation Research*, N° 9, pp. 187-210.

- Putman, S. H.** (1975b) *Further Results From, And Prospects for Future Research With, the Integrated Transportation and Land Use Package (ITLUP)*, paper apresentado na Conferência Anual da Southern Regional Science Association, Atlanta, Georgia.
- Putman, S. H.** (1975c) *Calibrating a Disaggregate Residential Allocation Model – DRAM: the Residential Sub-Model of the Integrated Transportation and Land Use Package (ITLUP)*, paper apresentado na Regional Science Association, British Section, 8ª Conferência Annual, London.
- Ramanathan, R.** (1998) *Introductory Econometrics with Applications*, Dryden Press, 4<sup>th</sup> Edition.
- Ramsey, J. B.** (1969) Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-squares Regression Analysis, *Journal of Royal Statistical Society*, B, 31, pp. 350-371.
- Romilly, P., Song, H., Liu, X.** (1998) Modelling and Forecasting Car Ownership in Britain: A Cointegration and General to Specific Approach, *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 32, Part 2, pp. 165-185.
- Salgueiro, Teresa Barata** (1998) “Os transportes e a organização do espaço”, *Revista de estudos urbanos e regionais* Sociedade e Território, Julho de 1988, pp 47-55.
- Salomon, I., Bovy, P., Orfeuil. J. P.** (1993) *A Billion Trips a Day: tradition and transition in European travel patterns*, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Sandy, R.** (1990), *Statistics for Business and Economics*, New York, McGraw-Hill.
- Silva, F. N. da, Beja, M., Castelo, S., Castro, S. S., Caetano, S.** (1999) *Transportes e Ambiente – Indicadores de Integração*, Lisboa, Direcção Geral do Ambiente.
- Southworth, F.** (1995) *A Technical Review of Urban Land Use – Transportation Models as Tools for Evaluating Vehicle Travel Reduction Strategies*, Centre for Transportation Analysis, [http:// www.bts.gov/NTL/DOCS/orml.html](http://www.bts.gov/NTL/DOCS/orml.html).
- Stewart, J.** (1991), *Econometrics*, Cambridge, Philip Allan.
- Stewart, J., Gill, L.** (1998), *Econometrics*, Oxford, 2nd.Ed., Prentice Hall Europe.

**Stussi, R. R., Silva, F. N., Henriques, J. P., Coelho, J. M.** (1986) *Manual de Planeamento e Gestão de Transportes*, Lisboa, Direcção Geral dos Transportes Terrestres (DGTT).

**Tavares, L. V., Lopes, J. A., Almeida, L. T.** (1981) *Modelação do Consumo Energético no Sector dos Transportes*, Lisboa, Centro de Sistemas Urbanos e Regionais (CESUR).

**United Nations Conference on Environment and Development** (1989) *Report of Our Common Future* (UNCED).

**Webster, F. V., Bly, P. H. e Paulley, N.J.** (1988), *Urban Land Use and Transport Interaction: Policies and Models – Report of the International Study Group on Land use/Transportation Interaction*, Avebury, England.

**Wilson, A. G., Hawkins, A. G., Hills, G. J e Wagon, D. J** (1969) 'Calibrating and testing the SELNEC transport model', *Regional Studies*, Vol. 3, pp. 337-350.

**Wooldridge, J. M.** (2000), *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, USA, South-Western College Publishing- Thomson Learning.

**Wonnacott, T. J., Wonnacott, R. J.** (1998), *Introductory Statistics for Business and Economics*. New York, John Wiley & Sons.

