



**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
Universidade Técnica de Lisboa



**Avaliação económica de projectos rodoviários em Portugal:**  
Estimação de Custos e Benefícios para os utentes

**Maria João Martins Madeira Rodrigues**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia do Território**

**Júri**

Presidente: Professor Doutor José Álvaro Pereira Antunes Ferreira  
Orientador: Professora Doutora Maria do Rosário Maurício Ribeiro Macário  
Vogais: Professora Doutora Maria do Rosário Partidário

**Novembro 2007**

## RESUMO

Ao longo das décadas de 1990 e 2000, as entidades responsáveis pela tomada de decisão no sector dos transportes têm vindo a tomar consciência da necessidade de melhorar os seus métodos de avaliação económica. O Banco Mundial e a OCDE sublinham a importância da integração dos custos totais, na tomada de decisão sobre políticas de preços em transportes. A nível europeu, têm sido financiados, no âmbito dos Programas-Quadro da Comissão Europeia, projectos que visam a identificação e quantificação dos impactes reais das actividades de transportes, sendo os mais recentes, o UNITE e o HEATCO.

O trabalho desenvolvido parte das dificuldades encontradas à transferência de práticas em avaliação económica de projectos de transportes, como por exemplo variabilidade e o grau de incerteza que existe em relação às estimativas produzidas. É neste âmbito que se pretende maximizar as oportunidades para a transferência e adaptação para o contexto português, dos resultados teóricos na área da estimação de custos e benefícios associados ao transporte rodoviário.

O acentuado crescimento do transporte individual em Portugal ameaça tornar-se um factor de insustentabilidade, devido às externalidades negativas associadas ao tráfego rodoviário: poluição atmosférica, ruído, congestionamento e acidentes rodoviários. De acordo com o princípio do utilizador-pagador, o utilizador deve assumir a quota-parte desses custos.

O resultado final consistiu num conjunto integrado de modelos de custos e benefícios relativos à actividade de transporte rodoviário, prontos a serem usados na tomada de decisão sobre políticas de transporte.

**Palavras-chave:** Avaliação económica, modelos de custos e benefícios, metodologias de avaliação, investimento rodoviário, congestionamento.

## ABSTRACT

Throughout the decades of 1990 and 2000, the responsible entities for decision making in the sector of the transports have becoming aware of the necessity to improve its methods of economic appraisal of road investment projects. The World Bank and the OECD underline the importance of the integration of the total costs, in the decision making on pricing policies in transports. At the European level, several projects have been financed, in the scope of the European Commission Framework Programme, that aim the identification and quantification of impacts of the activities of transports, being the most recent, UNITE and HEATCO.

This dissertation will tackle the barriers in order to maximise the opportunities for the transfer and adaptation of the theoretical results on road costs and benefits estimation to the Portuguese context.

The growth of individual transport in Portugal is becoming a threat due to the negative externalities such as: atmospheric pollution, road noise, congestion and accidents. According with the principle of the user-payer, the user must assume his share of these costs.

The final output consisted in an integrated set of cost benefit models, ready to be used in road transport policy making, namely, decision on infrastructure investment and pricing. The specificities of the data availability in Portugal were fully considered in the design (functional form and specification) of the Portuguese cost and benefits models.

**Key words:** Economic appraisal, cost benefit models, appraisal methodologies, road investment, congestion.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL .....	7
1.2. ENQUADRAMENTO NO PROJECTO ESTRADA.....	7
1.3.OBJECTIVOS .....	9
1.4. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	10
<b>2. ESTADO DA ARTE “CUSTOS E BENEFÍCIOS PARA OS UTENTES”</b> .....	<b>12</b>
2.1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	12
2.2. CATEGORIAS DE CUSTOS E BENEFÍCIOS .....	17
2.3. METODOLOGIAS DE ESTIMAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS NOS PROJECTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO .....	19
2.4. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS .....	39
2.5. INVENTÁRIO DE DADOS.....	54
<b>3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS DE INVESTIMENTO RODOVIÁRIO: CONTEXTO PORTUGUÊS</b> .....	<b>56</b>
3.1. INTRODUÇÃO DA CATEGORIA NAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO .....	56
3.2. CONTRIBUTO PARA UMA CONTA NACIONAL DOS TRANSPORTES .....	60
<b>4.ADAPTAÇÃO E APLICABILIDADE AO CONTEXTO PORTUGUÊS</b> .....	<b>64</b>
4.1. ADAPTAÇÃO AO CONTEXTO PORTUGUÊS .....	64
4.2. TRANSFERIBILIDADE DE VALORES E FUNÇÕES.....	71
4.3. CASO DE APLICAÇÃO .....	74
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>77</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>83</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>88</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELO DE CUSTOS PARA OS UTENTES .....	9
FIGURA 2 – ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	11
FIGURA 3 – CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DE CUSTO/BENEFÍCIO DEFINIDAS NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO .....	18
FIGURA 4 – CURVA FLUXO VELOCIDADE DO HCM.....	24
FIGURA 5 - CUSTO OPERACIONAL RELACIONADO COM O COMBUSTÍVEL (EURO/100VEÍC.KM) .....	34
FIGURA 6 - CUSTO OPERACIONAL MÉDIO NÃO RELACIONADO COM O COMBUSTÍVEL (EURO/100VEÍC.KM) .....	34
FIGURA 7 - CUSTO OPERACIONAL TOTAL (EURO/100VEÍC.KM) .....	34
FIGURA 8- DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS: EXEMPLO DA TRAVESSIA DO TEJO.....	42
FIGURA 9 – ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA NA ANÁLISE FINANCEIRA PARA O EXEMPLO DE UM CONTRATO BOT- BUILD OPERATE AND TRAFER.....	43
FIGURA 10 – ALGUNS CUSTOS E BENEFÍCIOS SOCIAIS A INCLUIR NA ANÁLISE ECONÓMICA DE ESTRADAS.....	44
FIGURA 11 – EXEMPLOS DE IMPOSTOS, TAXAS E SUBSÍDIOS CONSIDERADOS NA CONTA PILOTO DO UNITE .....	62
FIGURA 12 - EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DE CURVAS FLUXO-VELOCIDADE A ESTRADAS PORTUGUESAS. ....	66
FIGURA 13 – SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE PORTAGEM .....	69
FIGURA 14 - EXTENSÃO DE AUTO-ESTRADA (KMS) DE ACORDO COM O TIPO DE PORTAGEM .....	71
FIGURA 15 – ENQUADRAMENTO DA ZONA EM ESTUDO.....	74
FIGURA 16 – GRAU DE SATURAÇÃO DA REDE VIÁRIA DA ZONA DE ACESSO A LISBOA.....	75
FIGURA 17 – METODOLOGIA DO VISUM .....	95

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – CUSTOS EXTERNOS E DE INFRA-ESTRUTURA (EM EUROS) DE UM TRAJECTO DE 100 KM DE UM VEÍCULO PESADO NUMA AUTO-ESTRADA NÃO CONGESTIONADA.....	14
TABELA 2 – CUSTOS E ENCARGOS (EM EUROS) DE UM TRAJECTO DE 100 KM DE UM VEÍCULO PESADO NUMA AUTO-ESTRADA NÃO CONGESTIONADA COM PORTAGEM.....	15
TABELA 3 – <i>CHECKLIST</i> DE FONTES DE INFORMAÇÃO .....	17
TABELA 4 – PORÇÃO DE CADA CUSTO / BENEFÍCIO SUPOSTADA PELOS TRÊS TIPOS DE PAGADORES .....	19
TABELA 5 – METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DE CUSTOS DO UTILIZADOR.....	21
TABELA 6 – VALOR DO TEMPO CONSIDERADO PARA PORTUGAL EM PETS 1998 EM EUROS POR HORA.....	29
TABELA 7 – VALOR DO TEMPO POR MODO 1995 €.....	29
TABELA 8 – ESTIMATIVAS DO VALOR DO TEMPO PARA VEÍCULOS LIGEIROS E PESADOS (€/HORA).....	29
TABELA 9- FACTORES PARA TRANSFERIR VALORES DO TEMPO RECOMENDADOS PELO UNITE PARA PORTUGAL .....	30
TABELA 10 – DEFINIÇÃO DE ESTUDOS QUE CONSTA NO PROJECTO FISCUS .....	30
TABELA 11 – PARÂMETROS DAS EQUAÇÕES DE CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL .....	32
TABELA 12 - VELOCIDADES PARA CADA CLASSE DE VEÍCULO QUE PERMITEM MINIMIZAR CUSTOS DE COMBUSTÍVEL E TOTAIS..	35
TABELA 13 – TAXAS DE DESCONTO DE ACORDO COM OS PROJECTOS CONSIDERADOS. ....	49

TABELA 14 – ESTADO DA ARTE DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO.....	49
TABELA 15 – DADOS NECESSÁRIOS PARA OS MODELOS DA CATEGORIA DOS CUSTOS E BENEFÍCIOS PARA O UTILIZADOR E RESPECTIVA UTILIZAÇÃO.....	54
TABELA 16 – DEFINIÇÃO DAS SUB- CATEGORIAS NA CONTA .....	61
TABELA 17 – CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE ESTRADAS PORTUGUESAS BASEADAS NA HIERARQUIA DO MANUAL COBA. ...	65
TABELA 18 – CALIBRAÇÃO DAS FÓRMULAS DE FLUXO-VELOCIDADE.....	65
TABELA 19 – ABORDAGENS RECOMENDADAS PARA ESTIMAR O VALOR DO TEMPO E CONGESTIONAMENTO .....	66
TABELA 20 –VALORES DO TEMPO RECOMENDADOS PELO HEATCO E PELO ESTRADA PARA PORTUGAL (€2002, CUSTO DE FACTORES).....	67
TABELA 21- PARÂMETROS DA FÓRMULA PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO DE VEÍCULO EM 2010.....	68
TABELA 22 – TARIFA DE ACORDO COM A CLASSE DE VEÍCULO.....	69
TABELA 23 - EXEMPLO DO CÁLCULO PARA UM DOS TROÇOS ENTRE A ZONA 1 E A ZONA 3 .....	75
TABELA 24 - VALORES MONETÁRIOS PARA A CATEGORIA <b>CUSTOS E BENEFÍCIOS PARA OS UTENTES - VDT</b> .....	88
TABELA 25 - VALORES MONETÁRIOS (CUSTO DE FACTORES) PARA A CATEGORIA <b>CUSTOS E BENEFÍCIOS PARA OS UTENTES - CUSTOS DE OPERAÇÃO DE VEÍCULOS</b> .....	88
TABELA 26 – VDT PROPOSTO PARA PORTUGAL, COM CORRECÇÕES PARA CUSTO DE FACTORES, PARA 1998 (UNITE D5-A3 PP. 8, 9 E 18).....	88
TABELA 27 – CUSTOS UNITÁRIOS PARA O VALOR DO TEMPO DE ACORDO COM ALGUNS ESTUDOS/PROJECTOS DE REFERÊNCIA. ....	90
TABELA 28 – VALOR DO TEMPO PARA PORTUGAL EM 1994. ....	91
TABELA 29 – CONGESTIONAMENTO NA REDE PRINCIPAL.....	91
TABELA 30 – CUSTOS TOTAIS DE CONGESTIONAMENTO PARA PORTUGAL EM 1995 A PREÇOS DE 1995 PARA A REDE NACIONAL .....	91
TABELA 31 – VALORES DO TEMPO E TAXA MÉDIA DE OCUPAÇÃO .....	92
TABELA 32 – <i>INPUTS</i> E CUSTOS UNITÁRIOS PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS (1998).....	92
TABELA 33 – <i>INPUTS</i> E CUSTOS UNITÁRIOS PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MERCADORIAS (1998) .....	93
TABELA 34 – CUSTOS MÉDIOS E TOTAIS DOS ATRASOS PARA O TRANSPORTE INDIVIDUAL DE PASSAGEIROS EM PORTUGAL <sup>1)</sup> 1998.....	93
TABELA 35 - CUSTOS MÉDIOS E TOTAIS DOS ATRASOS PARA O TRANSPORTE DE MERCADORIAS EM PORTUGAL 1998.....	94

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. ENQUADRAMENTO GERAL**

Ao longo das décadas de 1990 e 2000, as entidades responsáveis pela tomada de decisão no sector dos transportes têm vindo a tomar consciência da necessidade de melhorar os seus métodos de avaliação económica. O Banco Mundial e a OCDE sublinham a importância da integração dos custos totais, incluindo custos internos e externos, na tomada de decisão sobre políticas de preços em transportes.

Na sequência destas preocupações, foram realizados diversos estudos com vista a identificar e quantificar os impactes reais das actividades de transportes. A nível europeu, vários projectos com o objectivo de identificar e contabilizar correctamente os custos e benefícios dos diferentes modos de transporte foram financiados no âmbito dos Programas-Quadro da Comissão Europeia. Fora da Europa, a preocupação em torno do aprofundamento do conhecimento técnico das categorias de custos e benefícios dos projectos de transporte também se tem vindo a afirmar, como se pode observar em vários projectos da *Federal Highway Administration* financiados pelo governo dos EUA.

Como resultado destas iniciativas assistiu-se ao desenvolvimento de um conjunto de métodos com elevado potencial de aproveitamento por parte dos técnicos e académicos que trabalham nestas áreas (consultores, gestores de infra-estruturas, investigadores), possibilitando a introdução de um maior grau de sofisticação e aderência à realidade no que respeita à informação de suporte à tomada de decisão.

### **1.2. ENQUADRAMENTO NO PROJECTO ESTRADA**

A presente dissertação, surge no âmbito de um projecto de investigação realizado para a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), denominado ESTRADA (ESTRADA, 2007)<sup>1</sup>, no qual integrei a equipa técnica na categoria de Bolseira de Investigação da FCT durante o período entre Agosto de 2006 e Maio de 2007 (término e entrega do projecto).

Este projecto surge no contexto da avaliação económica de projectos de investimento rodoviário adaptado ao contexto português, e teve como objectivos, os abaixo indicados:

- 1) Proporcionar uma revisão pormenorizada do estado da arte em modelos de estimação de custos e benefícios para projectos de infra-estruturas rodoviárias, incluindo as categorias de custo/benefício: custos da infra-estrutura; custos e benefícios para os utentes; custos de acidentes;

---

<sup>1</sup> Estimação de custos e benefícios reais para a avaliação económica de projectos de investimento rodoviário em Portugal

custos de impactes ambientais; e efeitos sócio-económicos indirectos;

2) Realizar um inventário de dados (e respectivas fontes) necessários para o uso desses modelos;

3) Adaptar as metodologias e valores ao caso português e, se necessário, realizar novas análises e desenvolvimentos para preencher as potenciais lacunas existentes; embora as metodologias de cálculo se encontrem relativamente consolidadas a nível teórico, importa referir que existe uma clara necessidade de adaptá-las às especificidades dos sistemas nacionais (e, em concreto, ao caso português) e às necessidades do utilizador ou agente decisor; e

4) Proporcionar um conjunto integrado de modelos e valores paramétricos de avaliação de custos e benefícios, prontos para o seu uso em processos de avaliação económica de projectos rodoviários em Portugal, incluindo:

- O potencial de aplicação das metodologias de cálculo para o caso português e da inclusão de especificidades nacionais;
- A avaliação das necessidades e da disponibilidade de *inputs* básicos para a aplicação efectiva destes modelos em Portugal (como por exemplo, dados relativos a emissões de poluentes);
- A avaliação dos valores de referência económico-monetários actualmente utilizados em Portugal – como, por exemplo, o valor da vida (VDV) e o valor do tempo (VDT) – e sua comparação com valores utilizados noutros países;
- A comparação dos resultados empíricos obtidos (valores numéricos) e o seu potencial de transferibilidade;
- A comparação das funções de avaliação de custos e benefícios e o seu potencial de transferibilidade.

O resultado final do projecto ESTRADA consistiu num conjunto integrado de modelos de custos e benefícios relativos à actividade de transporte rodoviário, prontos a serem usados na tomada de decisão sobre políticas de transporte, designadamente na tomada de decisão sobre investimentos em infra-estruturas e na definição e aplicação de políticas de preços. As especificidades dos dados disponíveis em Portugal (tipo de variáveis, nível de desagregação, etc.) foram consideradas na formulação e especificação dos modelos de custos e benefícios de forma a permitir a utilização futura daquelas ferramentas.

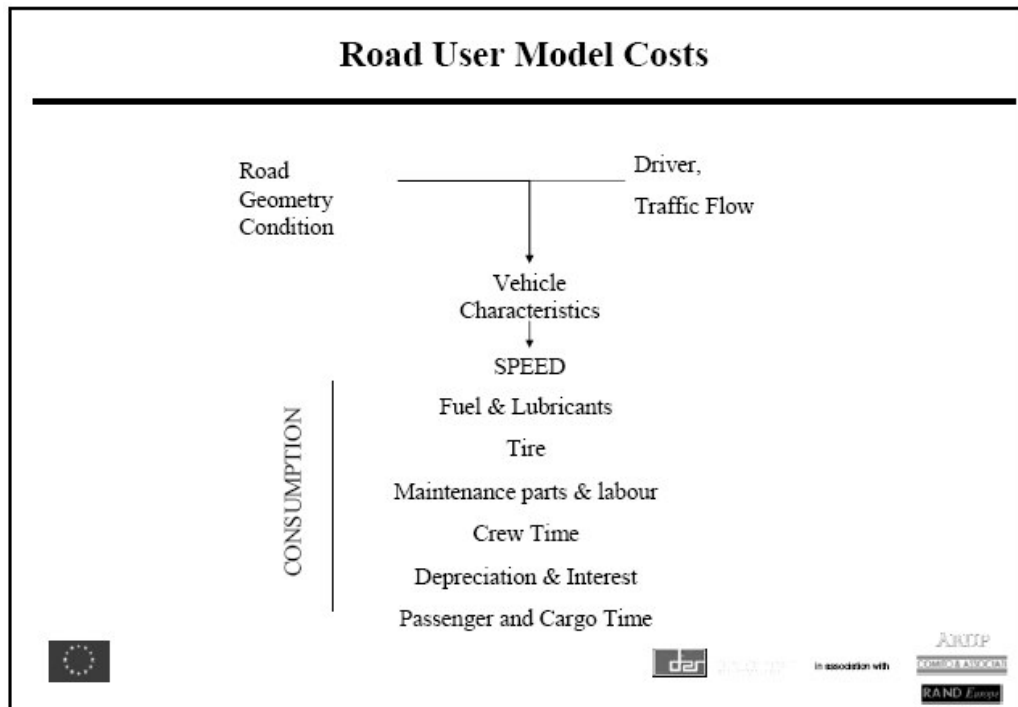
### **Escolha da categoria**

Esta dissertação debruça-se sobre uma das categorias estudadas pelo ESTRADA, a categoria “Custos e Benefícios para os utentes”, numa perspectiva de estudar a problemática do congestionamento e da



quantificação do seu custo para o utente.

Figura 1 – Modelo de custos para os utentes



Fonte: [http://www.euromedtransport.org/fileadmin/download/InfrastructureEvents/Cairo\\_8.pdf](http://www.euromedtransport.org/fileadmin/download/InfrastructureEvents/Cairo_8.pdf)

A escolha desta categoria prende-se com a importância e impacto na qualidade de vida das áreas metropolitanas, e também pelo facto de gerar custos que muitas vezes não são considerados pelos utentes.

### 1.3.OBJECTIVOS

Os objectivos desta dissertação encontram-se enunciados abaixo:

- Importância/necessidade de conhecer os custos sociais para conhecer qual o nível óptimo de investimento, ou seja, o que leva à obtenção de maiores rácios de custo/benefício, pelo que surge a necessidade de melhorar os métodos de avaliação económica;
- Necessidade de uma conta nacional rodoviária para os transportes, que indique metodologias de cálculo de custos/benefícios e respectiva alocação de custos;
- Consciencializar os utentes para os custos que incorrem para si próprios quando utilizam o transporte individual;
- Proporcionar uma revisão do estado da arte em métodos de estimação de custos/benefícios para

a categoria “Custos e Benefícios para os Utentes”, nomeadamente no que diz respeito à definição, subcategorias, desagregação, unidade de custo, valores de referência e metodologias de avaliação de projectos de investimento consideradas;

- Adaptar os métodos de estimação de custos e as metodologias de avaliação ao contexto português.

O transporte individual, tendo conhecido um acentuado crescimento em Portugal, em anos recentes, ameaça tornar-se um factor de insustentabilidade, por virtude das externalidades negativas associadas ao tráfego rodoviário: poluição atmosférica, ruído, congestionamento e acidentes rodoviários. De acordo com o princípio do utilizador-pagador, o utilizador do veículo deve assumir a quota-parte desses custos, esta dissertação surge como um guião metodológico, no qual se apresentam as subcategorias que devem ser consideradas nesta categoria, as metodologias de cálculo e valores de referência considerados, a introdução desta categoria nas metodologias de avaliação de projectos (baseadas nas recomendações da União Europeia), o contributo para uma conta nacional de transportes (baseada na conta piloto do UNITE e do Estudo de imputação dos encargos pela utilização de infra-estruturas de transporte levado a cabo pela DGTT/CESUR/ITEP/LNEC em 2000).

#### **1.4. ABORDAGEM METODOLÓGICA**

A abordagem metodológica seguida neste trabalho consistiu nas tarefas que se encontram na figura abaixo.

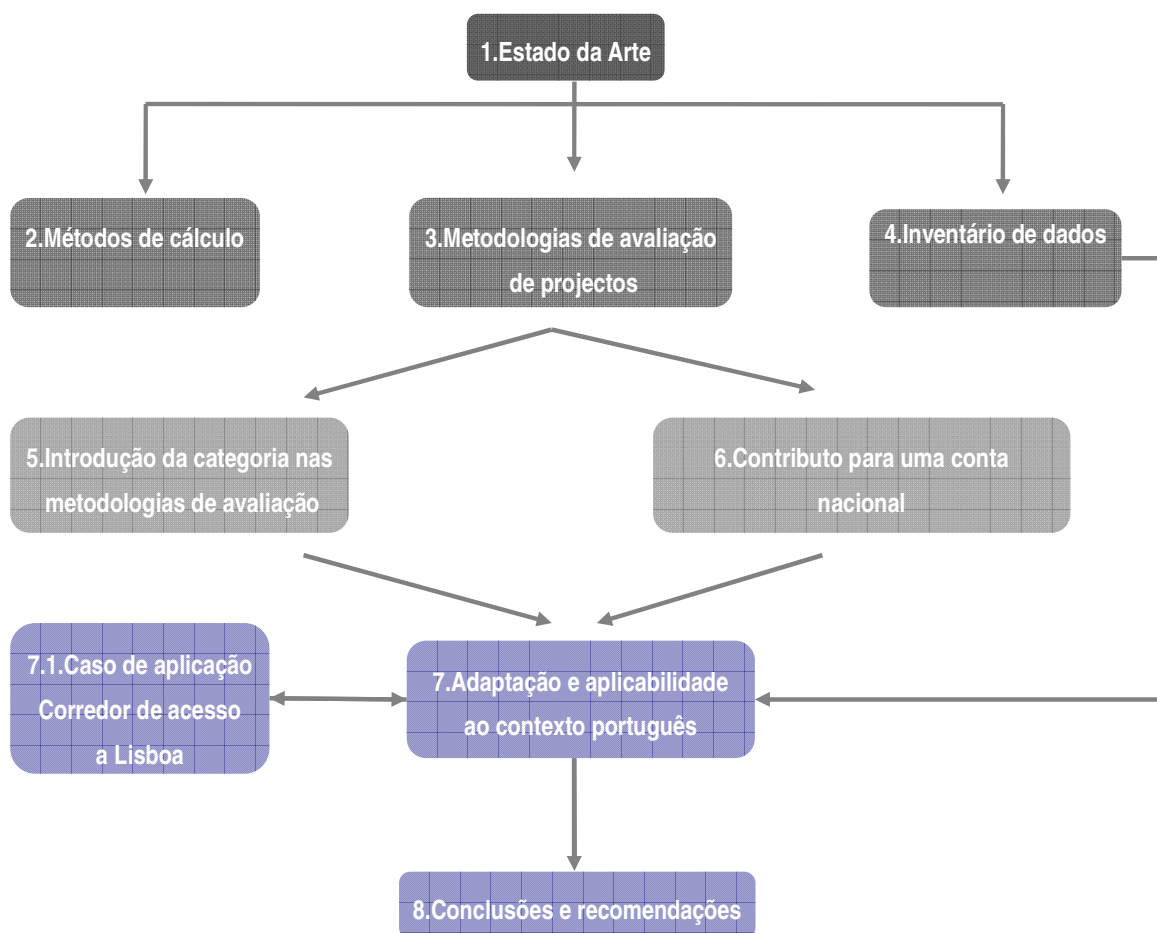
Uma parte inicial, englobando os **capítulos 1 e 2 (tarefas 1,2,3 e 4)**, onde se descrevem os objectivos desta dissertação e o enquadramento da problemática que pretende ser objecto desta dissertação, bem como a apresentação do estado da arte no que diz respeito aos métodos de cálculo utilizados para a estimação de custos e benefícios para os utentes, às metodologias de avaliação de projectos de infra-estruturas rodoviárias e ainda aos dados/valores de referência existentes para a categoria, como por exemplo, o valor do tempo (VDT);

Uma segunda parte, que engloba o **capítulo 3 (tarefas 5 e 6)**, dedicado à introdução desta categoria nas metodologias de avaliação de projectos de infra-estruturas rodoviárias e ao contributo para uma conta nacional dos transportes;

Uma terceira parte, correspondente ao **capítulo 4 (tarefas 7 e 7.1)**, onde se apresentam as definições e as abordagens de cálculo, adaptadas ao contexto português, e onde se apresenta ainda um caso de aplicação; e

Finalmente, uma quarta parte, correspondente ao **capítulo 5**, onde se apresenta as conclusões e recomendações.

Figura 2 – Abordagem metodológica



Fonte própria

## 2. ESTADO DA ARTE “CUSTOS E BENEFÍCIOS PARA OS UTENTES”

### 2.1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O interesse a nível europeu em matéria de avaliação de custos e benefícios derivados dos modos de transporte em geral e dos projectos de investimento em infra-estruturas em particular, tem crescido desde o início da década de 90. A atenção dos decisores políticos tem estado centrada não só nestes aspectos de maneira directa, como também nas implicações indirectas dos mesmos em termos de luta contra o congestionamento e suporte à implementação de políticas de preços.

Em 1995, a Comissão Europeia publicou o Livro Verde *Para uma formação correcta e eficiente dos preços dos transportes – opções de política para a internalização dos custos externos dos transportes na União Europeia*, que apresentou uma mudança na sua posição relativamente às políticas de preços dos transportes. O interesse prévio em criar regimes de concorrência justa no mercado europeu dos transportes transformou-se na preocupação de internalizar as externalidades dos transportes através de políticas de preços, sugerindo a utilização de custos marginais sociais como base das políticas de preço das infra-estruturas de transportes. Foi introduzido o princípio universal do poluidor-pagador, o qual foi ampliado e generalizado como princípio utilizador-pagador. O facto de o utilizador pagar directamente o custo total do transporte que consome, aumenta a eficiência económica e reduz as distorções de mercado.

A União Europeia (UE) financiou desde então uma série de projectos relacionados com as políticas de preços dos transportes, muitos enquadrados em Programas-Quadro de Investigação, publicou dois Livros Brancos para os Transportes, um deles dedicado exclusivamente às políticas de preços das infra-estruturas e reuniu o *High Level Group on Transport Infrastructure Charging* (HLG-TIC) para que fossem realizados estudos sobre políticas de preços e sobre cálculo de custos e benefícios dos transportes. Enumera-se seguidamente a lista de documentos europeus com normas e recomendações nesta área que serão consultados para esta dissertação:

- Livro Verde *Para uma formação correcta e eficiente dos preços dos transportes – opções de política para a internalização dos custos externos dos transportes na União Europeia*, 1995;
- Livro Branco *Pagamento justo pela utilização das infra-estruturas: Uma abordagem gradual para um quadro comum de tarifação das infra-estruturas de transportes na União Europeia*, 1998;
- 2.º Relatório do HLG-TIC, *Estimating Transport Costs*, 1999;
- Livro Branco *A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*, 2001;
- *Manual de análise de custos e benefícios dos projectos de investimento*, 2003;
- *Evaluating Socio Economic Development, Sourcebook 2: Methods & Techniques: Cost-Benefit Analysis*, DG-Política Regional, 2003.

- *Commission of the European Communities, Proposal for a directive of the European parliament and of the council amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures*, 2003; e
- *The New Programming Period 2007-2013: Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis*, 2006.

Segue-se uma descrição breve dos documentos europeus de maior relevância para o enquadramento teórico desta dissertação.

O **Livro Verde**, de 1995, desenvolveu uma estrutura de avaliação que fornece uma lista de instrumentos possíveis para a avaliação dos efeitos externos, através da atribuição de preços, esquemas de financiamento e respectivos impactes nos diferentes grupos de *stakeholders* do sistema. Este livro apresenta recomendações para a implementação de políticas de preços com maior rácio de recuperação de custos e maior transparência.

O 2.º relatório final do HLG-TIC, ***Estimating Transport Costs***, de 1999, foi encomendado pela Comissão Europeia na sequência do primeiro relatório entregue pelo grupo sobre políticas de preços das infra-estruturas de transportes. Este segundo estudo do grupo teve como intenção considerar em detalhe a definição e estimação dos custos dos transportes. Foram escolhidos vários especialistas como consultores do grupo e produzidos quatro *papers* técnicos com estudos e indicações metodológicas para a definição e cálculo das categorias de custo, seguindo um processo de 5 passos:

- 1) Definição dos custos;
- 2) Definição das categorias de custo;
- 3) Definição dos impactes e dos factores determinantes dos custos (*cost drivers*);
- 4) Atribuição de valores aos custos; e
- 5) Monetização dos custos que não são monetários.

O estudo produziu uma série de recomendações gerais no sentido da standardização das definições e metodologias de cálculo das categorias de custos e da adopção de valores referência comuns para os trabalhos europeus nesta área, sendo por isso bastante relevante para o enquadramento teórico.

O **Livro Branco**, de 2001, sobre os transportes, adoptado pela Comissão Europeia a 12 de Setembro de 2001, faz uma análise do estado da arte actual no sector e apresenta um programa de acção com um conjunto de medidas a adoptar até 2010.

A sua estrutura encontra-se assente em 4 partes:

- 1) Reequilibrar os modos de transportes;
- 2) Suprimir os estrangulamentos (*bottlenecks*);

- 3) Colocar os utentes no centro da política de transportes; e
- 4) Controlar a globalização dos transportes.

Tem como objectivos reequilibrar a distribuição modal de forma sustentável e desenvolver a intermodalidade, solucionando o problema do congestionamento e colocando a segurança e a qualidade dos serviços no centro da acção, salvaguardando simultaneamente o direito à mobilidade. Um dos principais desafios que se colocam, é a definição de princípios comuns para uma tarifação mais justa dos vários modos de transporte. É neste sentido que o novo quadro de tarifação deve contribuir para a utilização dos modos menos poluentes ou das redes menos congestionadas e, paralelamente, abrir caminho a novos tipos de financiamento das infra-estruturas.

O princípio fundamental da tarifação de uma infra-estrutura é que o custo da sua utilização deve incluir, para além dos custos de infra-estrutura, os custos externos, nomeadamente os custos associados aos acidentes, à poluição atmosférica, ao ruído e ao congestionamento. Este princípio é válido para todos os modos de transporte e para todas as categorias de utentes, e tanto para os veículos privados como para os veículos comerciais.

Os custos impostos à sociedade podem ser objecto de uma avaliação monetária. O quadro abaixo indica os níveis de custos gerados num trajecto de 100 km por um veículo pesado, numa auto-estrada em meio rural, fora do horário de ponta. São calculados os custos associados às infra-estruturas, ao congestionamento (perda de tempo), aos acidentes (custos médicos), ao ruído (custos para a saúde), à poluição atmosférica (custos para a saúde e danos nas culturas) e à alteração climática (inundações e danos nas culturas).

Tabela 1 – Custos externos e de infra-estrutura (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada

<b>Custos externos e de infra-estrutura</b>	<b>Intervalo médio (€)</b>
Infra-estruturas	2.1-3.3
Congestionamento	2.7-9.3
Acidentes	0.2-2.6
Ruído	0.7-4
Poluição atmosférica	2.3-15
Alteração climática	0.2-1.54
<b>Total</b>	<b>8-36</b>

Fonte: Direcção Geral da Energia e dos Transportes (dados de 1998) em Livro Branco p.78

Uma parte destes custos externos e de infra-estrutura já está coberta pelos encargos suportados pelo

mesmo veículo pesado, tal como mostra o quadro abaixo, que indica os encargos médios, constituídos pelos impostos sobre os combustíveis e sobre o veículo, bem como pelas taxas de infra-estrutura. São indicados os valores médios destas taxas nos países que as cobram sob a forma de portagens ou de imposto de circulação, o nível previsto na Alemanha e o que já está em prática na Suíça.

Qualquer que seja a solução actualmente escolhida para a tarifação das auto-estradas, o encargo médio suportado por um veículo pesado que percorra 100 km varia entre 12 a 24 euros, dos quais, cerca de 8 euros, correspondem a taxas de infra-estrutura.

Se aumentarem os encargos na forma de uma taxa de utilização da infra-estrutura ou de um imposto sobre os combustíveis, o tráfego diminui, o que reduz na mesma proporção os custos externos e de infra-estrutura, até se obter o equilíbrio entre os custos e os encargos. É a procura deste equilíbrio que deve estar no centro de uma tarifação eficaz e equitativo, sendo que este equilíbrio se poderá obter mais facilmente se se aplicar ao conjunto das redes de transporte, sistemas de tarifação mais eficazes e equitativos.

Tabela 2 – Custos e encargos (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada com portagem

Total custos (externos e de infra-estrutura)	Encargos médios	Média das taxas de infra-estrutura	Taxa prevista na Alemanha	Taxa existente na Suíça
8-36	12-24	8.3	13	36

Fonte: Direcção Geral da Energia e dos Transportes (dados de 1998) em Livro Branco p 79

Importa realçar que uma tarifação da utilização das infra-estruturas que permitisse a internalização dos custos externos, nomeadamente os custos ambientais, no preço do transporte, poderia substituir nas zonas sensíveis, os sistemas que racionam os direitos de passagem, como o baseado nos “ecopontos” distribuídos na Áustria aos veículos pesados que pretendem aceder à rede austríaca em função dos seus desempenhos ambientais.

### **A legislação actual em matéria de tarifação rodoviária**

A legislação comunitária não autoriza os Estados-Membros a impor portagens rodoviárias que excedam o nível dos custos de infra-estrutura. Além disso, embora as portagens, tenham a vantagem de constituir um sistema de taxas mais proporcional à intensidade de utilização, só se aplicam, em geral, nas redes de auto-estradas. De acordo com o sistema da Eurovinheta, os veículos pesados devem pagar uma taxa anual em função da degradação que provocam no ambiente e nas infra-estruturas rodoviárias. As taxas são em função das emissões (norma EURO) e da dimensão do veículo (número de eixos) e variam entre 750 e 1550 euros por ano. O sistema é limitado a seis Estados-Membros (Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Luxemburgo, Holanda e Suécia). Contudo, este sistema só concretiza parcialmente o princípio que está no

centro da tarifação equitativa e eficaz (em que os custos externos devem ser integralmente pagos pelos utentes, ou seja, internalizados), uma vez que se trata de um custo fixo, independente da distância percorrida pelo veículo ao longo do ano.

O **Livro Branco** de 2001, apontou como uma das principais causas para os desequilíbrios do sistema de transportes, o facto dos modos de transporte não suportarem sempre (nem na sua totalidade) os custos que geram. A 12 de Fevereiro de 2003, após a adopção do relatório sobre as conclusões do Livro Branco, o Parlamento Europeu confirmou a necessidade de tarifar as infra-estruturas.

Enumeram-se de seguida alguns dos estudos internacionais que foram considerados mais relevantes para o desenvolvimento desta dissertação:

- Projecto **PETS** (*Pricing European Transport System*), 1996-1999;
- Projecto **EUNET** (*Socio-Economic and Spatial Impacts of Transport Infrastructure Investments and Transport System Improvements*), 1996-1999;
- Projecto **FISCUS** (*cost evaluation and Financing Schemes for Urban transport Systems*), 1998-1999;
- Projecto **UNITE** (*UNification of Accunts and Marginal Costs for Transport Efficiency*), 2000-2002;
- Projecto **IASON** (*Integrated Appraisal of Spatial economic and Network effects of transport investments and policies*), 2001-2003;
- Estudo **ECT** (*External Costs of Transport*), 1995, actualização mais recente em 2004; e
- Projecto **HEATCO** (*Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*), 2004-2006.

Para além destes projectos de referência, existem outros trabalhos de interesse dentro e fora do âmbito europeu, os quais serão estudados para aferir a sua importância na definição do estado da arte actual, em matéria de avaliação de custos e benefícios de projectos de infra-estruturas rodoviárias.

- Manual COBA do DMRB para as metodologias de cálculo de custos e benefícios para o utilizador;
- JTS, onde se encontraram alguns artigos sobre métodos e abordagens de cálculo de custos;
- O Relatório 456 do NCHRP, *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects*, com metodologias de cálculo de custos e benefícios para o utilizador;
- DIW, INFRAS, Herry, NERA, *Infrastructure Capital, Maintenance and Road Damage Costs for Different Heavy Goods Vehicles in the EU*. Commissioned by the Commission of the European Communities, Directorate-General for Transport. Berlim, 1998.



## 2.2. CATEGORIAS DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

O conjunto de definições de custos e benefícios das infra-estruturas de transportes propostos pelo EUNET tem sido adoptado pela maioria dos projectos nesta área. Existe realmente um conjunto central de categorias de custos e benefícios com definição relativamente estável, ao qual cada projecto acrescenta ou não categorias, dependendo dos objectivos específicos de cada um.

Pode-se observar abaixo uma tabela que sintetiza o estado da arte ao nível das categorias/subcategorias que cada projecto considera. Foi a partir desta tabela que se seleccionaram as subcategorias a integrar a categoria de **Custos e Benefícios para os utentes**, para as quais se estipularam as respectivas metodologias.

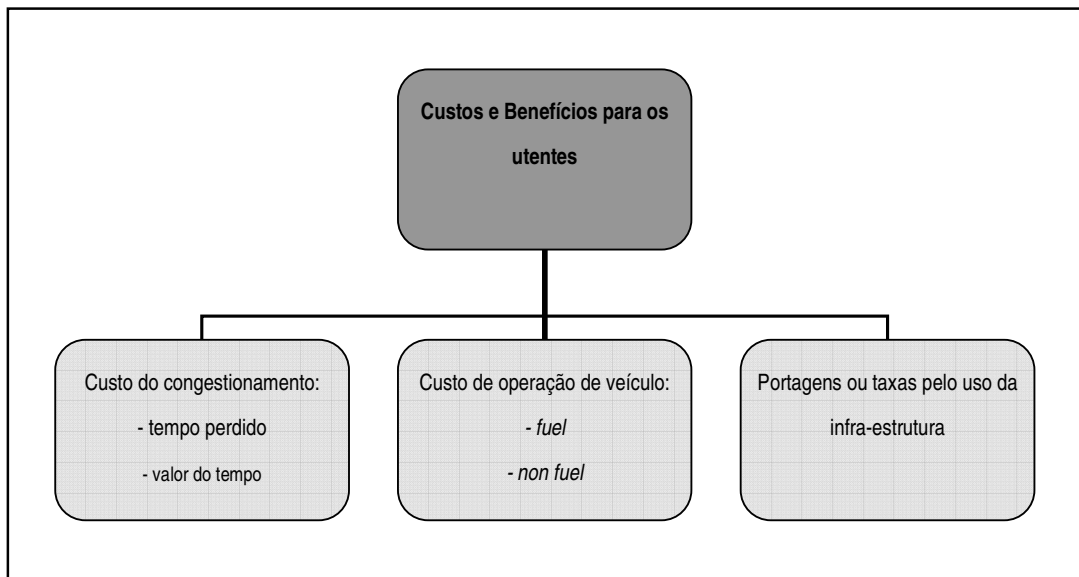
Tabela 3 – Checklist de fontes de informação

Categorias e subcategorias de custo / benefício	Projectos					
	PETS	FISCUS	EUNET	ECT	UNITE	HEATCO
<b>Custos / benefícios para os utentes</b>						
- Custo total dos atrasos devidos ao congestionamento	√	√		√	√	√
- Valor dos ganhos de tempo de viagem		√	√			√
- Custos directos de operação de veículos		√	√			√
- Custos do tráfego de veículos de mercadorias						√
- Taxas e portagens		√	√			√

Fonte Própria

As categorias de custo/benefício variam de acordo com os objectivos específicos de cada estudo/projecto, pelo que, tendo em conta os objectivos desta dissertação e o estado da arte em matéria de estimação e avaliação de custos/benefícios na avaliação de projectos, as subcategorias que vão ser consideradas, encontram-se enunciadas abaixo. No capítulo seguinte será feita uma revisão do estado da arte em estimação de custos, onde vão ser descritas as metodologias de cálculo existentes para cada uma destas subcategorias.

Figura 3 – Categorias e subcategorias de custo/benefício definidas no âmbito da dissertação



Fonte própria

Descrevendo sumariamente as componentes desta categoria considerada, são:

- **Custos do congestionamento:** custos que resultam do facto de os utilizadores demorarem mais tempo nas suas viagens do que se o sistema estivesse completamente livre, ou seja, corresponde ao tempo adicional dispendido na viagem e ao respectivo valor monetário desse tempo. Como resultado da existência de situações de congestionamento há uma redução de velocidade dos veículos, aumentando os tempos de viagem e os custos operacionais associados ao veículo. As componentes consideradas são:
  - Tempo perdido;
  - Valor do tempo;
- **Custos de operação de veículos**, incluindo as componentes de custos:
  - Custos relacionados com o consumo de combustível **-fuel**;
  - Custos relacionados com a utilização do veículo (p.ex., óleo, manutenção, depreciação do veículo, desgaste dos pneus, etc)- **non fuel**;

**Portagens ou taxas pelo uso da infra-estrutura:** de acordo com a definição do EUNET, corresponde ao pagamento monetário entre partes envolvidas na indústria dos transportes, como compensação por um serviço de transporte completo, p.ex. tarifa cobrada na auto-estrada a veículos ligeiros e pesados.

Considera-se que a portagem rodoviária representa o preço pago pelo acesso e fruição a uma infra-estrutura de transportes, devendo os princípios orientadores da sua existência e valor ser tanto quanto possível idênticos aos prevaletentes para a generalidade dos bens económicos, a saber:

- A cobertura dos custos de investimento e de operação;

- A gestão das escolhas dos consumidores em função da oferta e dos preços dos bens alternativos, com efeitos sobre o volume de procura, e através deste:
  - o grau de eficiência na utilização dos recursos disponíveis
  - o grau de cobertura dos custos pelas receitas provenientes dos utilizadores;
  - a qualidade do serviço, em função do grau de saturação da oferta (congestionamento do sistema).

Numa óptica mais ampla e actual, nos custos a cobrir deve-se incluir os custos dos acidentes e os custos de natureza ambiental, no entanto estas categorias, dada a sua relevância são tratadas como categorias individuais, não sendo objecto de estudo desta dissertação.

Na tabela abaixo encontra-se a atribuição dos custos e/ou benefícios de acordo com quem os suporta, ou seja, o “pagador”, para as categorias consideradas.

Tabela 4 – Porção de cada custo / benefício suportada pelos três tipos de pagadores

Categoria	Subcategorias	Pagador	
		Utilizador e família	Fornecedor da infra-estrutura
Custos e benefícios para os utentes	• Custos de operação dos veículos	100%	0%
	• Valor dos ganhos do tempo de viagem	100%	0%
	• Custos do congestionamento e atrasos	100%	0%
	• Portagens ou taxas pelo uso da infra-estrutura	100%	100%

\* A vermelho encontram-se os custos e a verde os benefícios.

Fonte Própria

Os custos de infra-estrutura e os custos e benefícios para o utentes são, como seria de esperar, custos que maioritariamente suportados pelos fornecedores de infra-estrutura e pelos utentes, respectivamente. A única excepção diz respeito às taxas e portagens, que apesar de representarem um custo para o utente, são um benefício para o fornecedor da infra-estrutura.

### 2.3. METODOLOGIAS DE ESTIMAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS NOS PROJECTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Este capítulo corresponde ao resultado final da tarefa 2, que diz respeito à **modelação de custos e benefícios nos projectos de transporte rodoviário**. O objectivo desta tarefa consiste em apresentar, de forma pormenorizada, as metodologias existentes para o cálculo da categoria de custos em investimentos relacionados com infra-estruturas rodoviárias. Para cada tipo de custo serão apresentadas e discutidas as melhores especificações funcionais, métodos de cálculo e valores padrão. O resultado final da tarefa

consiste no estado da arte sobre metodologias de modelação de custos e benefícios para os utentes em projectos de investimento em infra-estruturas rodoviárias

Este relatório aborda o enquadramento metodológico das várias categorias de custos e benefícios na avaliação de projectos de infra-estruturas rodoviárias, pretendendo-se realizar uma revisão crítica de todos os estudos correspondentes ao estado da arte ao nível europeu e internacional, assinalando as suas vantagens e desvantagens.

### **Principais projectos de referência**

Apresentam-se neste capítulo as principais fontes bibliográficas adoptadas, no que toca à definição de metodologias de custos e benefícios:

- O projecto europeu HEATCO, pelas recomendações relativas à avaliação e ao cálculo de custos e benefícios presentes nos relatórios do projecto e nos documentos dos *workshops* de divulgação dos resultados;
- O projecto europeu UNITE, em especial os anexos do *Deliverable 3* sobre metodologias de obtenção de funções de custo e todos os anexos de estudos de caso acerca das categorias consideradas no ESTRADA;
- O projecto europeu PETS, em especial o volume sobre metodologias de cálculo (*Deliverable 7*) de externalidades;
- O manual COBA do DMRB do Department for Transport inglês para as metodologias de cálculo de custos e benefícios para o utilizador;
- O conjunto de manuais do Department for Transport inglês *Transport Analysis Guidance* (TAG), em especial pelos valores de referência e abordagens de cálculo sugeridas;
- O *Journal of Transportation and Statistics* (JTS) do Department of Transportation dos E.U.A., onde se encontraram alguns artigos sobre métodos e abordagens;
- O Relatório 456 do NCHRP dos E.U.A., *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects*, com metodologias de cálculo de custos e benefícios para o utilizador.

#### **2.3.1. Metodologia Teórica agregada**

O projecto UNITE apresenta uma metodologia teórica de uma forma agregada para esta categoria, e divide a mesma em quatro partes. A primeira parte diz respeito à definição dos critérios de classificação, a segunda parte diz respeito à recolha de dados, a terceira parte à determinação dos custos totais, e por fim a quarta parte, à alocação dos custos. A tabela que se apresenta abaixo, descreve a metodologia definida no projecto UNITE.

Tabela 5 – Metodologia para o cálculo de custos do utilizador

<b>1: Classificação</b>		
1.1	Classificação da estrada	<p>Crítérios de classificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade em u.v.e<sup>2</sup>.</li> <li>• Número de pistas em cada direcção.</li> </ul>
1.2	Classificação dos veículos	<p>Crítérios de classificação</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectivo da viagem (negócios / comutação / privado / mercadorias)</li> <li>• Capacidade em u.v.e.</li> <li>• Taxas de ocupação</li> </ul>
1.3	Determinação das funções fluxo-velocidade	Determinação das relações fluxo-capacidade para cada tipo de veículo e classe de estrada, de entre duas funções tipo.
1.4	Determinação das funções de custo	<p>Determinação das seguintes funções de custo:</p> <p>Valor do tempo (normal / congestionado) por objectivo de viagem</p> <p>Funções de custo de combustível por tipo de veículo e condições de trânsito.</p> <p>Custos de operação para mercadorias</p>
1.5	Classificação das condições de tráfego	<p>Crítérios de classificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidade de tráfego</li> <li>• Velocidade</li> <li>• Composição do tráfego</li> </ul>
<b>2: Recolha de dados</b>		
2.2	Determinação da elasticidade do preço	Determinar a elasticidade do volume de tráfego relativamente aos custos do utilizador, por análise do tráfego actual, por modelação ou com valores da literatura disponível.
<b>3: Determinação de custos totais</b>		
3.1	Valores médios do tempo	Determinar o valor médio do tempo por u.v.e., condição do tráfego e tipo de infra-estrutura, considerando os dados de composição de tráfego e de valor do tempo.
3.2	Funções de custo médio do utilizador	Determinar as funções de custo médio do utilizador por u.v.e., por tipo de infra-estrutura e por composição do tráfego por modo e objectivo da viagem, incluindo nos custos os relativos ao combustível e à operação dos veículos – AC (q)
3.3	Funções de custo marginal externo	Determinar as funções de custo marginal externo por tipo de infra-estrutura e composição do tráfego por modo e objectivo de viagem, como função do volume de tráfego q em u.v.e.km – MEC (q) = $q \times \partial AC / \partial q$
3.4	Ponto óptimo de tráfego	<p>Determinar o volume de tráfego óptimo Q* e a taxa de utilização óptima respectiva MEC (Q*) utilizando uma função de iso-elasticidade por tipo de estrada e por padrão e condição de tráfego.</p> <p>Determinação da sua intersecção com AC (q) + MEC (q)</p>

<sup>2</sup> Unidades de veículos equivalentes, também é costume aparecer na literatura, u.v.l., que significa unidades de veículos ligeiros.

<b>4: Alocação de custos</b>		
4.1	Princípio do gerador do custo	Para cada tipo de estrada, as condições e os padrões de tráfego fazem a alocação de custos aos modos utilizando factores u.v.e.
4.2	Princípio do sofredor do custo	Para cada tipo de estrada, as condições e os padrões de tráfego fazem a alocação dos custos totais aos modos através de valores de tempo dos veículos.

Fonte: UNITE D3 Anexo 5 pg. 9

Nos sub-capítulos que se seguem, apresentam-se as metodologias de cálculo de acordo com as sub-categorias definidas no âmbito desta dissertação.

### **2.3.2 CUSTOS DO CONGESTIONAMENTO E ATRASOS**

Os custos do congestionamento são custos que resultam do facto dos utilizadores demorarem mais tempo nas suas viagens, do que se o sistema estivesse completamente livre, ou seja, corresponde ao tempo adicional dispendido na viagem e ao respectivo valor monetário desse tempo. Como resultado da existência de situações de congestionamento há uma redução de velocidade dos veículos, aumentando os tempos de viagem e os custos operacionais associados ao veículo.

O conceito de custo marginal corresponde aos atrasos provocados nos outros utilizadores pela entrada do último utilizador no sistema.

O congestionamento pode ocorrer devido a dois motivos:

1. Elevada densidade de tráfego, obriga os condutores a abrandar a sua velocidade
2. Filas de espera junto a cruzamentos e outros estrangulamentos

O congestionamento é talvez uma das mais polémicas externalidades, não só pela importância e impacto que tem na qualidade de vida das modernas áreas metropolitanas, como também por gerar custos que muitas vezes não são considerados como verdadeiras externalidades.

Do ponto de vista da eficiência distributiva dos preços, os custos devem ser classificados na perspectiva de serem ou não uma externalidade do utilizador em si, nesta situação o congestionamento é, de facto, um custo externo. Por outro lado, na perspectiva da qualidade do sistema, a qual consiste parcialmente na avaliação de quem são os “sofredores”, o congestionamento é um efeito interno porque é suportado inteiramente pelos utilizadores do respectivo modo. A abordagem do projecto QUITTS (QUITTS, 1997) seguiu esta perspectiva. Os estudos actuais de internalização, estão vocacionados para uma perspectiva de eficiência económica, considerando por isso, os custos dos atrasos e congestionamento como uma externalidade.

Também em termos de quantificação<sup>3</sup>, modelação e tarifação, esta é de longe a externalidade menos estável no tempo e mais variável em termos absolutos, o que torna mais complicado aplicar as teorias de internalização usuais.

### 2.3.2.a. Cálculo do tempo perdido

O tempo perdido pode ser obtido através da utilização de modelos de tráfego nos quais as condições reais da corrente de tráfego são comparados com as condições ideais de fluxo livre<sup>4</sup>.

As relações oficiais fluxo-velocidade usualmente utilizadas em modelos de tráfego, são as americanas (HCM - *Highway Capacity Manual*, 2000) e do Reino Unido (COBA Manual, 1996). Qualquer que seja a curva adoptada ela deve ser calibrada e adaptada à situação específica da área de estudo. A equação abaixo corresponde à relação fluxo-velocidade, e o gráfico ilustra a mesma.

Equação 1	$V(q) = \frac{V_0}{1 + \alpha \cdot \left[ \frac{q}{q_c} \right]^\beta}$ <p style="text-align: right;">[km / h] <span style="float: right;">Highway Capacity Manual, 2000</span></p>
Em que:	<p>V0 - velocidade base [km/h]  V(q) - velocidade real [km/h]  qc - capacidade  q - fluxo real [u.v.l./h]  α e β - parâmetros de calibração da curva.</p>

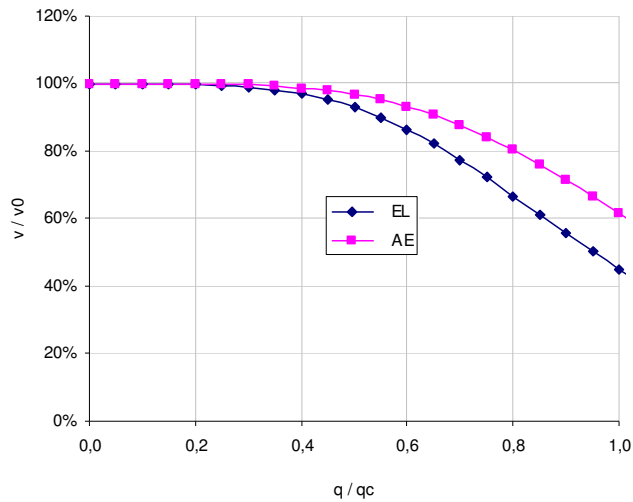
Relativamente à curva do HCM os parâmetros α e β devem ser calibrados para a situação específica de cada via tendo em consideração as características de cada uma das situações, de modo a permitir verificar para que fluxo – capacidade, a velocidade de circulação se degrada mais acentuadamente.

O gráfico que se segue, corresponde à aplicação da equação anterior a um exemplo de um caso específico de uma estrada em Portugal.

<sup>3</sup> No que diz respeito à quantificação, existem impactes ambientais associados ao congestionamento, os quais devem ser quantificados no capítulo dedicada aos custos ambientais.

<sup>4</sup> De acordo com os conceitos da Engenharia de Tráfego, os níveis de serviço variam entre A (fluxo livre) e F (congestionamento caótico).

Figura 4 – Curva Fluxo velocidade do HCM



Fonte: TIS 2001

Teoricamente com base nas curvas anteriores pode ser calculada a redução da velocidade em função do fluxo ( $q$ ), permitindo quantificar os acréscimos de tempo em relação à situação de fluxo livre.

A expressão de degradação da velocidade utilizada refere-se apenas a veículos ligeiros. A estimação da degradação da velocidade para veículos pesados pode ser feita admitindo proporcionalidade com a degradação da velocidade dos veículos ligeiros no intervalo de velocidades definida pela velocidade máxima e mínima estabelecidas para cada tipo de veículos.

Ou seja, se na auto-estrada a velocidade dos veículos ligeiros passar de 130 para 90km/h a velocidade dos veículos pesados degrada-se de 100 para 73km/h.

O custo total de congestionamento da corrente tráfego pode ser expresso da seguinte forma:

Equação 2	$CT_{cong.} = (T_{(q)} - T_0) \times q \times VDT$	[unidade monetária / Km]
Em que:	$T_{(q)}$ - tempo de viagem real (unidades de tempo) $T_0$ - tempo de viagem real e em fluxo livre (unidades de tempo) $q$ - fluxo de tráfego u.v.e. por hora VDT - valor do tempo em unidades monetárias	

### Metodologia de Ozbay et al. (2001)

Neste estudo, os custos de congestionamento são definidos como a perda de tempo e o desconforto para os utilizadores do veículo. Estes custos estão directamente relacionados com o tempo perdido e com as características do utilizador.



O tempo perdido é determinado através de uma função de tempo de viagem/percorrido e características de viagem, como a distancia entre pares de O/D, volume de tráfego e capacidade da estrada. Uma vez conhecidas as características da viagem, é utilizada a função do tempo de viagem/percorrido para calcular o tempo perdido entre cada par O/D.

Tendo em conta a incerteza, utilizam-se valores médios para o VDT, e considera-se que o VDT equivale a 50% do rendimento bruto. O intervalo para o cálculo do VDT é de 40% a 170% do valor do salário por hora antes de impostos. O *Jersey Department of Labor* tem como rendimento horário médio (2000) = \$19 por hora, logo varia entre \$7.6 e \$32.3.

Neste estudo utiliza-se a função do tempo de viagem, a função volume-capacidade do Bureau of Public Road's (BPR). Utilizando a função do BPR, os custos de congestionamento num arco entre a e b, com volume de tráfego Q é calculado de acordo com a equação abaixo:

Equação 3	$C_{cong} = Q \times T_{ab} \times VDT = Q \times T_0 \times (1 + 0.15(\frac{Q}{C})^4) \times VDT$
Equação 4	$MC_{cong} = T_{ab} \times VDT + Q \times VDT \times (\partial T_{ab} / \partial Q) \Leftrightarrow T_{ab} \times VDT + Q \times VDT \times (0.6 \times T_0 \times (\frac{Q^3}{C^4}))$
Em que:	<p><math>C_{cong}</math> – custo do congestionamento  <math>MC_{cong}</math> – custo marginal do congestionamento  Q – volume de tráfego(veic./hora)  <math>T_{ab}</math> – tempo de viagem necessário entre um ponto a e um ponto b (horas)  VDT- valor médio do valor do tempo (dólares/ hora)  <math>T_0</math> – tempo de viagem fluxo livre entre um ponto a e um ponto b  C – capacidade da estrada(veic./hora)</p>

### Metodologia do Manual COBA

De acordo com o definido no Manual COBA, o procedimento para o cálculo do custo do tempo para o utilizador consiste nos passos descritos a seguir:

1. Desagregação por categoria de veiculo por hora, baseado no fluxo de veículos por hora;
2. Desagregação de acordo com o motivo de viagem:
  - motivo trabalho;
  - motivo lazer; e
  - casa-trabalho.
3. Fluxo horário de acordo com:
  - categoria de veículo;
  - motivo da viagem;
  - grupo de fluxo; e

- ano.

4. Custo do tempo em função do número de ocupantes (varia ao longo do tempo e consoante o motivo da viagem)

5. Fluxo horário pax = Fluxo horário veículo \* taxa de ocupação

6.  $C_{tempo} = \text{fluxo pax} * VDT$

Equação 5	$V(q) = V_0 - \beta \times q$
Em que:	$V_0$ - velocidade base $q$ - capacidade $\beta$ - parâmetro de calibração

Martins 2001 p.192 apresenta uma tabela que contém os valores da velocidade base ( $V_0$ ) e da capacidade ( $q_c$ ) bem como dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ <sup>5</sup> de calibração das curvas utilizadas em PETS D12 (1999), da qual ressalta a distinção nítida entre o meio urbano e interurbano, bem como a classificação desagregada por tipo de via de acordo com as diferentes características de escoamento das mesmas.

Teoricamente, com base nas curvas de variação da velocidade em função da saturação ( $q/q_0$ ) que constam em Martins 2001 p.192, pode ser calculada a redução da velocidade e função do fluxo ( $q$ ), permitindo quantificar os acréscimos de tempo (isto é, os atrasos) em relação à situação de fluxo livre.

A metodologia de cálculo apresentada de seguida permite calcular os custos totais e médios do congestionamento com base em qualquer premissa inicial fluxo livre ou nível de serviço pré-especificado, no entanto chama-se a atenção para o facto do custo marginal ser independente deste valor.

#### i) Custos totais

Os custos totais podem ser obtidos de acordo com a equação abaixo:

Equação 6	$CT_{cong.} = (T - T_0) \times q \times VDT = \Delta T \times q \times VDT$
Em que:	$T_0$ - tempo de viagem na situação considerada "não congestionada" $T = f(q)$ é o tempo real de viagem VDT - valor do tempo, em que a forma de o obter será abordada mais adiante

A função  $CT_{cong.}$  diz respeito à totalidade dos utilizadores, não incluindo no entanto os custos privados gerados na situação de fluxo aceitável.

---

<sup>5</sup> A calibração das curvas foi efectuada utilizando os três pontos fixos de variação da velocidade relativa em função da saturação definidos no manual COBA. Conjuntamente foram utilizados vários pares O/D com tempos de viagem conhecidos. Com base nos pontos fixos, que referenciam o tipo de estrada, estimaram-se os parâmetros que permitiram uma melhor simulação dos tempos de viagem já referidos. Fez se também uma verificação à posteriori dos fluxos nalguns dos principais arcos da rede para validação de resultados.

ii) **Custos médios**

O valor do custo médio de congestionamento por utilizador é muito fácil de identificar. Corresponde ao custo privado de viagem acima da situação considerada aceitável. A função do Custo Médio do Congestionamento ( $CMed_{cong.}$ ) apresenta-se de seguida:

Equação 7	$CMed_{cong.} = \frac{CTC}{q} = (T - T_0) \times VDT = \Delta T \times VDT$
-----------	---

iii) **Custos marginais**

O custo marginal corresponde à derivada do custo total. Como  $T = T(q)$ , o  $CT_{cong.}$  não é linear, pelo contrário cresce de uma forma bem acentuada. A expressão vai ser decomposta em duas parcelas. A primeira diz respeito aos custos marginais privados, que no fundo coincidem com os custos médios privados e a segunda aos custos marginais externos ao indivíduo:

Equação 8	$CM \text{ arg}_{cong.} = \frac{\partial CTC}{\partial q} = (T - T_0) \times VDT + \frac{\partial T}{\partial q} \times VDT \times q = \Delta T \times VDT + \frac{\partial T}{\partial q} \times VDT \times q$
-----------	---

O valor efectivo dos vários custos, nomeadamente do custo marginal depende em grande medida da função utilizada para o cálculo do tempo  $T(q)$ . As expressões que se obtêm para os atrasos nos arcos de rede variam em função do tipo de curvas de variação da velocidade utilizadas nos estudos. Apresentam-se de seguida as fórmulas para os dois exemplos anteriores:

De acordo com o **HCM** (adaptação de Martins 2001), o custo marginal do congestionamento pode ser obtido através da equação abaixo:

Equação 9	$CM \text{ arg}_{cong} = \frac{\partial CTC}{\partial q} = \Delta T \times VDT + \frac{s}{V_0} \times \alpha \times \beta \times \left(\frac{q}{q_c}\right)^\beta \times VDT$
Em que:	$V_0$ – velocidade de fluxo livre s – distância percorrida no intervalo de tempo

Enquanto que de acordo com o **Manual COBA**, o custo marginal do congestionamento é calculado como indicado na equação abaixo:

Equação 10	$CM \text{ arg}_{cong} = \frac{\partial CTC}{\partial q} = \Delta T \times VDT + \frac{s \times \beta \times q}{v(q)^2} \times VDT$
------------	---

A partir das duas expressões podemos concluir que o valor do custo marginal é independente do ponto a

partir do qual o congestionamento deve ser contabilizado como factor externo. No entanto, se esse ponto for definido a partir do fluxo livre, pode obter-se a seguinte relação entre o custo médio e o custo marginal não privado ( $CMarg_{np}$ ).

De acordo com o **HCM** (adaptação de Martins 2001), o custo marginal não privado pode ser calculado assumindo a equação abaixo:

Equação 11	$CM arg_{np} = CMed_{cong.} \times \beta$
------------	---

Se calcularmos através da função linear do **Manual COBA**, o custo marginal do congestionamento não privado obtém-se de acordo com a equação abaixo:

Equação 12	$CM arg_{np} = CMed_{cong.} \times \frac{V_0}{V} = CMed_{cong.} \times \frac{T}{T_0}$
------------	---

Verifica-se que a relação entre os dois tipos de custo é dependente da fórmula empregue, sendo constante no caso da fórmula adaptada do HCM, e aumentando para as funções lineares do Manual COBA.

### 2.3.2.b. Cálculo do valor do tempo

O valor atribuído ao tempo é dependente de vários factores como o motivo da viagem, a extensão do percurso, o tipo de veículo e representa o montante máximo que um determinado indivíduo está disposta a pagar para poupar tempo de viagem.

O relatório D7 do projecto PETS (1998) recomenda para a valoração das componentes do tempo de viagem para Portugal:

- VDT período laboral= **5.54 ecu/ hora**
- Para passageiros a viajarem em período não laboral, o valor do tempo de viagem pode ser avaliado como cerca de 25% do valor do tempo em período laboral (**1.4 ecu/ hora**).
- Em viagens interurbanas (mais de 50 km) podem ser utilizados valores de tempo definidos a partir de indicadores urbanos, desde que majorados em 60%.
- Os utilizadores rodoviários (não profissionais) avaliam o valor do tempo de viagem passado em congestionamento de forma mais gravosa, sendo aconselhado aumentar em 50% o valor do tempo para ter em conta esse efeito.

O valor do custo do tempo é diferente em cada país, sendo que em Portugal (Fonte: Eva-Manual, 1991 em PETS D7,1998 e ECT 2000) o valor do tempo varia de acordo com a categoria de veículo, conforme se apresenta nas tabelas abaixo:

Tabela 6 – Valor do tempo considerado para Portugal em PETS 1998 em euros por hora

Tipo de veículo	VDT euro/hora	Taxa ocupação	VDT final euro/hora/passageiro
Automóvel	8.864	1.4	12.4
LGV (Light Goods Vehicles)	15	1	15
HGV (Heavy Goods Vehicles)	37	1	37

Fonte: Eva Manual 1991 em PETS

Tabela 7 – Valor do tempo por modo 1995 €

País	VDT passageiro (€)	VDT mercadoria (€)
Portugal	13.79	11.91

Fonte: ECT 2000 (INFRAS/WW, p.244)

Na tabela seguinte apresentam-se os valores recomendados para Portugal pelo projecto UNITE para 1998, os quais foram actualizados para 2006.

Tabela 8 – Estimativas do valor do tempo para veículos ligeiros e pesados (€/hora)

	Preço 1998		Preço 1998*		Preço 2006*2		TOTAL*3
	Negócios	Privado	Negócios	Privado	Negócios	Privado	(€/h)
<b>Veículos Ligeiros</b>	21	6	15,06	4,30	18,35	5,24	14,42
<b>Veículos Pesados</b>	43	-	30,83	-	37,57	-	37,57

Fonte: Cálculos baseados no Projecto UNITE "Unification of Accounts and Marginal Costs for Transport Efficiency", Junho 2003, European Commission, 5th Framework Programme.

\*1 factor de transferibilidade para Portugal = 0,717

\*2 actualização considerando uma taxa de crescimento anual igual à taxa de inflação entre 1998 e 2006 de Portugal

\*3 Considerou-se que 70% das viagens de ligeiros são efectuadas em negócios

Para os veículos ligeiros considerou-se o valor de **14,42 €/ h**, enquanto que para os veículos pesados considerou-se um valor de **37,57 €/ h**. Estes dados são os recomendados para Portugal no estudo da Comissão Europeia UNITE, um dos projectos mais relevantes e recente realizado nesta área, pertencente ao 5º Programa Quadro, conforme já referido anteriormente. Em anexo podem-se encontrar valores do tempo de acordo com diversas fontes.

Os valores para negócios e para veículos de mercadoria encontram-se a custos de factores, enquanto que os valores para os motivos comutação e lazer encontram-se a preços de mercado. Conforme já referido, o UNITE recomenda a conversão de preços de mercado para custos de factores através da divisão por  $(1 + \tau)$ , onde  $\tau$  corresponde ao valor da proporção média da taxa indirecta do consumo individual.

O valor adoptado no UNITE é o apresentado no documento da OCDE *National Accounts of OECD Countries: Main Aggregates Volume 1 1988-1999* (Tabelas 1 e 3. OCDE, Paris, 2000).

Tabela 9- Factores para transferir valores do tempo recomendados pelo UNITE para Portugal

País	PIB per capita em 1998 PPP	Valor de transferência
Portugal	15891	0.717

Fonte: OECD PIB per capita, ajuste em PPP, 1998 ([www.oecd.org/std/gdpperca.htm](http://www.oecd.org/std/gdpperca.htm))

Os principais estudos efectuados na Europa sobre os impactos do congestionamento encontram-se na tabela abaixo. Estes estudos são analisados detalhadamente no FISCUS D2,1998 no que diz respeito à metodologia empregue e à sua validade, transparência, compreensão, consistência e aplicabilidade. Ainda neste relatório é feita uma abordagem ao enquadramento metodológico das várias categorias de custos nos transportes (entre os quais os custos externos).

Para além destes estudos, também devem ser incluídos os dois relatórios do projecto FISCUS (D2 e D3).

Tabela 10 – Definição de estudos que consta no projecto FISCUS

Estudos/País	Definição dos custos de congestionamento	Componentes de custo consideradas	Diferenciação	Abordagem de estimação
Austria (Schierhackl 1995)	Tempo e custos de operação adicionais	Custo do tempo e do combustível	-Tipo de estrada -Categorias de veículos -Segmento de procura	-Custos totais -Diferenciação de vkm no congestionamento (de acordo com os dados de tráfego)
Bélgica (Mayeres et al. 1996)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo	-Automóvel, HGV eléctricos -Hora de ponta e fora desta	-Custos marginais
Irlanda (O'Mahoney et al. 1997)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo	-u.v.e.	-Custos totais (modelo SATURNO)
Holanda (NEA 1997)	Custos dos engarrafamentos	Custo do tempo e do combustível	-Tipo de estrada	-Custos totais Fonte: relatórios da policia
Espanha (Monzon et al. 1995)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo	-Categorias de veículos -Hora de ponta e fora desta	-Custos totais -Diagramas fluxo-velocidade
Suécia (Hansson 1996)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo	-Categorias de veículos	-Custos marginais -Diagramas fluxo-velocidade
Switzerland (INFRAS 1998)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo quase livre	Custo do tempo, do combustível, ambientais e dos acidentes	-Categorias de veículos	-Custos totais -Custo do congestionamento -Diagramas fluxo-velocidade
Suiça (INFRAS 1992, Ecoplan 1992)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo	-Categorias de veículos	-Custos totais -Diagramas fluxo-velocidade
Reino Unido (NERA 1997)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo e do combustível	-Tipo de estrada -Categorias de veículos -Período horário	-Custos totais e Custos marginais -Diagramas fluxo-velocidade e funções de engenharia
UE (DIW et al. 1998)	Custos adicionais comparativamente ao fluxo livre	Custo do tempo e do combustível	-Tipo de estrada -Categorias de veículos -Volume de tráfego	-Custos marginais, -Diagramas fluxo-velocidade e funções de engenharia

Fonte: FISCUS D 2

### 2.3.3. Custos de Operação de Veículos

Os custos de operação de veículos podem ser desagregados em dois tipos de custos:

- Custos relacionados com o consumo de combustível (*fuel*); e
- Custos relacionados com a utilização do veículo (*non fuel*), ou seja, custos relacionados com os restantes consumíveis, p. ex., óleos e pneus, manutenção, depreciação devido ao uso veículo, etc.

De acordo com a revisão e compilação proporcionada pelo HEATCO, a definição dos custos de operação de veículos na UE corresponde à definição do EUNET. Deste modo, também o HEATCO divide os custos de operação de veículos em duas componentes de custo, custos fixos (que não variam com a distância) e custos de operação (que variam com a distância).

Os custos dos veículos variam de acordo com o tipo de veículo, as condições do pavimento, o gradiente da estrada e a velocidade. Os custos de operação de veículos estão, deste modo, correlacionados com os parâmetros do projecto da estrada (p. ex. tipo de pavimento), a estratégia de manutenção da estrada, os impactes ambientais, a composição do fluxo de tráfego e o congestionamento.

Nas avaliações económicas de projectos de investimento de transportes, no que diz respeito aos custos de operação, o projecto HEATCO, refere que a prática usual consiste em estimar a alteração dos custos com projecto ou sem projecto, o que leva à questão de qual o modelo de custos de operação a usar, se o modelo incremental<sup>6</sup> ou o modelo absoluto<sup>7</sup>.

Na ausência de funções para calcular os custos de operação das estradas, o HEATCO recomenda que se utilizem as funções genéricas definidas no HDM<sup>8</sup>.

### Metodologia de acordo com o Manual COBA

Uma das metodologias mais utilizadas para o cálculo dos custos de operação é a metodologia do **Manual COBA**. Este manual apresenta uma metodologia para o cálculo dos custos de operação de veículos, de

---

<sup>6</sup> Neste modelo espera-se que os custos unitários de operação não se alterem significativamente depois do investimento.

<sup>7</sup> Este modelo será o requerido nos casos em que se espera que os custos unitários de operação se vão alterar significativamente.

<sup>8</sup> O *Highway Development and Management Model* (HDM)

acordo com a divisão pretendida, i.e. custos de combustível<sup>9</sup> ( $C_r$ ) e outros custos associados à utilização do veículo ( $C_1$ ), e expressa os custos em unidades monetárias por veículo.kilómetro.

O custo total de operação de um veículo médio é dado pela soma dos dois termos descritos, ou seja  $c_0 = C_r + C_1$ , sendo que para o nível de fluxo  $q$ , o custo total de operação é  $C_0 = c_0.q$ .

Equação 13	$C_r = [a + b.v + c.v^2]$	[unidades monetárias / veículo.km]
Equação 14	$C_1 = a_1 + \frac{b_1}{v}$	[unidades monetárias / veículo.km]
Em que:	a, b, c, a1 e b1 são parâmetros monetários v a velocidade média de circulação em km/h, estimada pela curva de degradação da velocidade em função do fluxo	

Na tabela abaixo encontram-se os parâmetros das equações que constam no Manual COBA.

Tabela 11 – Parâmetros das equações de cálculo do custo operacional

	a	b	c	a1	b1
<b>TI</b>	2,648	-0,0465	0,000325	3,308	19,048
<b>LGV</b>	3,953	-0,0695	0,000540	5,910	33,970
<b>OGV1</b>	10,481	-0,1772	0,001431	5,501	216,165
<b>OGV2</b>	24,105	-0,3794	0,003000	10,702	416,672
<b>PSV</b>	11,537	-0,2121	0,001714	24,959	569,094

Fonte: Volume 13 – Economic Assessment of Road Schemes, Section 1 The COBA Manual

Sendo:

TI – Cars (veículos de passageiros com menos de 3.5 toneladas);

LGV – Light Goods Vehicles (veículos de mercadorias até 3,5 toneladas);

OGV1 - Other Goods Vehicles (veículos com mais de 3,5 toneladas e com 2 ou 3 eixos);

OGV2 - Other Goods Vehicles (veículos com mais de 3,5 toneladas e com 4 ou mais eixos);

PSV – Public Service Vehicles (veículos de serviço público, com 3,5 toneladas ou mais);

Ao tratar de custos numa óptica de custo-benefício para a sociedade, os custos operacionais não têm presentes os impostos incidentes sobre os combustíveis e outros consumíveis do automóvel (quer no país de circulação quer nos de origem do produto), sendo por isso necessário considerar um factor de conversão  $f_c$  e  $f_o$  para a estimação dos custos suportados pelos viajantes. A equação anteriormente apresentada para o cálculo do custo operacional assume a seguinte forma:

<sup>9</sup> No estudo do PETS, o consumo médio de combustível considerado para cada classe de veículos resultou da consulta do relatório *Emission Inventory Guidebook* emitido em 1 de Setembro de 1999.



Equação 15	$c_0 = C_r \cdot f_c + C_1 \cdot f_o$
Em que:	$f_c = 5,35$ $f_o = 1,6$

Fonte: PETS D12

Os gráficos que se seguem constituem um exemplo de aplicação português, o que ilustram o “andamento” do custo operacional em função da velocidade dos veículos. Ao analisar os custos isoladamente, pode-se constatar que, o “andamento” dos custos relacionados com o combustível é proporcional ao aumento da velocidade, ao passo que se verifica a situação inversa para os custos não relacionados com o combustível. O somatório das duas componentes do custo operacional é uma função decrescente até à velocidade dos 50km/h e crescente a partir desse ponto.

Figura 5 - Custo Operacional relacionado com o combustível (euro/100veic.km)

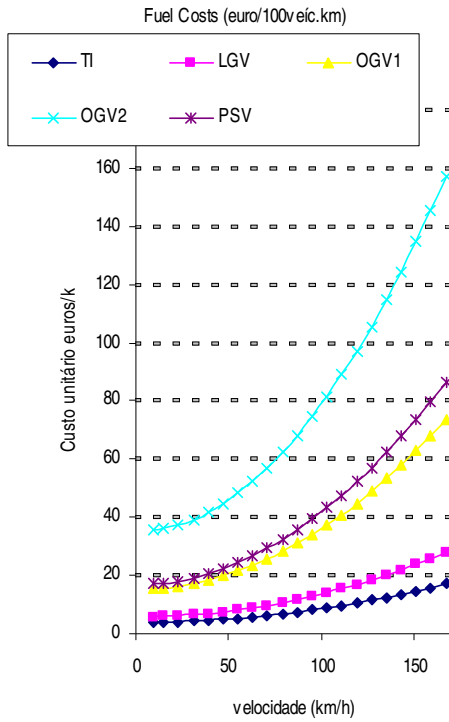


Figura 6 - Custo Operacional médio não relacionado com o combustível (euro/100veic.km)

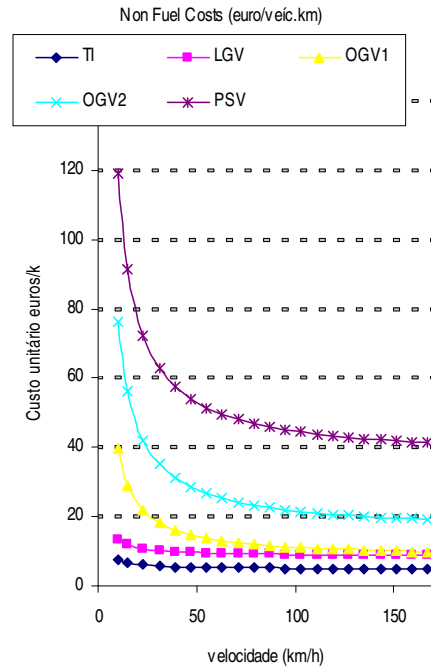
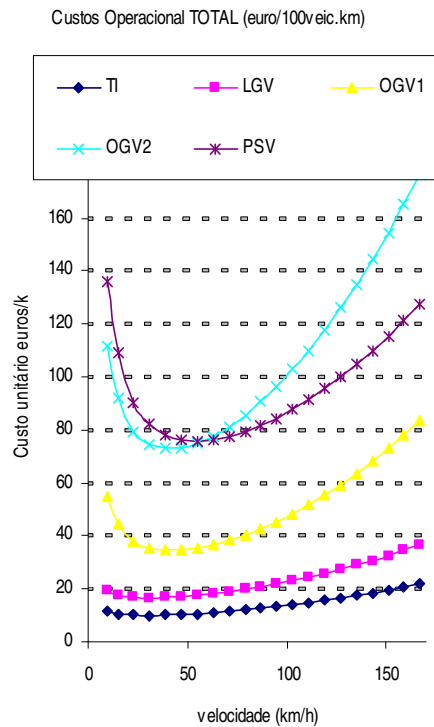


Figura 7 - Custo Operacional total (euro/100veic.km)



Fonte: TIS.PT 2006

O quadro seguinte, apresenta a título de exemplo, para cada uma das classes de veículos as velocidades que permitem minimizar os respectivos custos relacionados com o combustível C1 e os custos totais. Relativamente aos custos não relacionados com o combustível, Cr, como já foi referido, quanto maior a velocidade menor esse custo.

Tabela 12 - Velocidades para cada classe de veículo que permitem minimizar custos de combustível e totais

	TI	LGV	OGV1	OGV2	PSV
<b>C (combustível)</b> [euro/100km]	5,99	8,40	22,93	33,14	33,83
<b>Velocidade que minimiza este custo para este tipo de veículo</b> [km/h]	61,84	59,51	45,56	57,55	52,11
<b>C (total)</b> [euro/100 km]	11,54	15,51	39,26	53,36	67,21
<b>Velocidade que minimiza este custo para este tipo de veículo</b> [km/h]	65,21	67,56	53,32	64,82	63,62

Fonte: TIS.PT 2001

A partir da análise dos resultados da tabela pode concluir-se que as maiores diferenças entre as velocidades que permitem minimizar os dois tipos de custos estão relacionadas com classes de veículos de maior porte como sejam: OGV1, OGV 2 e PSV para os quais os respectivos custos não relacionados com o combustível (água, óleo, desgaste dos pneus etc.) decrescem mais ou menos acentuadamente com o aumento da velocidade.

Para além da metodologia do Manual COBA, existem outras que consideram, para além das características da via, da inclinação da via e da velocidade média de circulação, outro tipo de parâmetros, ou definem funções que dependem de parâmetros diferentes, como é o caso da metodologia que se apresenta de seguida.

### **Metodologia de acordo com Ozbay et al**

De acordo com a metodologia de **Ozbay et al. (2001)** os custos de operação são obtidos em função dos parâmetros descritos abaixo:

Equação 16	$C_{opr} = f(C_d + C_c + C_o + C_p + C_m + C_s + C_{est})$
Em que:	<p><math>C_{opr}</math> – custo de operação de veículos ao longo do tempo (doláres/veículo)  <math>C_d</math> – custo de depreciação por veículo ao longo do tempo  <math>C_c</math> – custo de combustível (doláres /milha)  <math>C_o</math> – custo de óleo (doláres /milha)  <math>C_p</math> – custo de pneus (doláres /milha)  <math>C_m</math> – custo de manutenção (doláres /milha)  <math>C_s</math> – custo de seguro (doláres / ano)  <math>C_{est}</math> - tarifa de estacionamento e portagens(doláres /milha)</p>

Dos parâmetros mencionados, o custo de depreciação assume-se que está relacionado com a quilometragem e a idade do veículo, enquanto que a manutenção, combustível, óleo, pneus e tarifas de portagem dependem da distância percorrida.

Para se poder aplicar a Equação 16 é necessário, em primeiro lugar, que se proceda aos passos seguintes:

- Estimação da função custo de depreciação (o estudo utiliza o *Kelley Blue book-base* de dados de veículos novos e usados);
- Analisar qual o automóvel mais vendido nos últimos anos, para utilizar como veículo modelo (o estudo utiliza *LTA-land transport authority 98*);
- Dados sobre seguro e tarifas de estacionamento (o estudo utiliza o custo de posse e de operação de veículo que consta no *USDOT91*)
- Dados sobre custos de manutenção, óleo, combustível e pneus (o estudo utiliza o *American automobile manufacturers association 96*, em que os valores de custo correspondem a médias nacionais e são definidos numa base por milha<sup>10</sup>)

De acordo com este estudo, a função custo de operação de veículo é dada em função da quilometragem e da idade do veículo, sendo a fórmula geral dada pela Equação 17, e sendo a Equação 18 a função obtida por regressão linear através de valores específicos para os EUA:

---

<sup>10</sup> 1milha=1609metros

Equação 17	$C_d = \alpha_0 + \alpha_1 \times \left(\frac{m}{a}\right) + \alpha_2 a$
Equação 18	$C_{opr} = 6240.36 + 0.104\left(\frac{m}{a}\right) + 2027.73a + 0.1227m$
Em que:	$C_{opr}$ – custo de operação do veículo (doláres/veículo ao longo do tempo) $m$ – quilometragem do veículo (milhas) $a$ – idade do veículo (anos)

O custo marginal é estimado em termos de distância percorrida, o que leva a que a parcela de custo referente ao seguro desapareça, uma vez que este é em função do número de anos do veículo. O custo marginal de operação de veículo por distância (neste caso, por milha) é estimado como:

Equação 19	$MC_{opr} = 0.1227 + \left(\frac{0.104}{a}\right)$
Em que:	$a$ - idade do veículo (anos)

De acordo com este caso específico, o estudo utiliza 8,5 anos como a idade média de um veículo nos EUA.

### **Tipo de dados requerido para o cálculo dos custos de operação de veículos**

De acordo com o HEATCO D5, existem três tipos de dados requeridos para o cálculo dos custos de operação de veículos, nomeadamente:

- Procura, o número de veículos que realiza uma determinada viagem O/D para os casos *do-minimum*<sup>11</sup> e *do-something*.
- Veículo-quilometro, a alteração dos veículos quilómetros induzidos ao tráfego nas viagens O/D para os casos *do-minimum* e *do-something*
- O custo unitário de um veículo-quilómetro, o que requiere:
  - Características da rede de transportes (p. ex. gradiente)
  - Características do veículo (p. ex. tipo de veículo, velocidade, etc)
  - Utilização do veículo

---

<sup>11</sup> O caso *Do-minimum* é o cenário base em que nada se faz, por oposição ao cenário em que se faz algo, *Do something*.

### 2.3.3. Portagens e/ou taxas

Segundo a definição que consta no projecto EUNET, as portagens e/ou taxas pelo uso da infra-estrutura correspondem ao pagamento monetário entre partes envolvidas na indústria dos transportes, como compensação por um serviço de transporte completo, p.ex. tarifa cobrada na auto-estrada a veículos ligeiros e pesados.

A qualquer infra-estrutura rodoviária está associado um custo de construção, conservação e exploração. Este encargo financeiro ou é assumido por todos os contribuintes, sob a forma de impostos, ou então apenas pelos utilizadores da infra-estrutura rodoviária, através de portagens.

A tendência actual para o princípio do utilizador-pagador tem vindo a tornar-se o princípio básico para o cálculo do preço da portagem de uma auto-estrada, particularmente em questões relacionadas com a classe do veículo e com a dicotomia entre veículo ligeiro e pesado.

O sistema de classificação de classes de portagem, as tarifas de referência, as fórmulas de cálculo das taxas de portagem<sup>12</sup> são específicas de cada país e do contrato de concessão em causa, deste modo, o caso português encontra-se descrito no capítulo 4, “Adaptação e aplicabilidade ao contexto português”.

---

<sup>12</sup> As fórmulas de cálculo das portagens dependem dos contratos de concessão estabelecidos.

## 2.4. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS

Os projectos de investimento em infra-estruturas de transportes geralmente produzem impactes sobre um grande número de *stakeholders*. Opta-se, então, por uma avaliação realizada do ponto de vista social pois esta perspectiva permite que se contabilizem todos os impactes significativos do projecto, independentemente de quem é afectado.

Para realizar este tipo de avaliação, pode adoptar-se uma abordagem integrada que inclua, para os impactes monetarizáveis, a aplicação da análise custo-benefício e, para os restantes impactes, uma descrição e considerações adicionais que permitam dar informação suficiente ao decisor para escolher a melhor alternativa. Note-se que a avaliação técnica não substitui a avaliação política – trata-se apenas de um *input* de uma avaliação política integrada que levará à tomada de decisão.

Este capítulo pretende realizar uma revisão dos conceitos teóricos que estão na base das recomendações europeias para a análise custo-benefício, abordando as seguintes questões fundamentais da avaliação:

- 1) Âmbito da análise custo-benefício;
- 2) Definição de alternativas;
- 3) Horizonte de avaliação;
- 4) Taxa de desconto, normas de contabilização de custos e benefícios e questões de inter e intra-generacional;
- 5) Avaliação de bens não transaccionáveis;
- 6) Critérios de decisão;
- 7) Tratamento do risco e da incerteza;
- 8) Custo marginal dos fundos públicos; e
- 9) Excedente de produção dos fornecedores de transportes.

Outro contributo chave do projecto **HEATCO** será a provisão de recomendações para a uniformização de metodologias de avaliação de projectos, como a Análise Custo/Benefício. De facto, a grande carência detectada em Portugal prende-se com a inexistência de sistemas-padrão para a avaliação de projectos rodoviários, sem entrar em considerações relativas à disponibilidade de estatísticas ou sistemas de avaliação específicos para cada tipo de custos ou benefícios.

### Principais projectos de referência

Neste capítulo será analisado o estado da arte em metodologias de avaliação de projectos com base nas recomendações dos projectos **IASON** e **HEATCO** e de dois documentos europeus: o *Manual de análise de*

*custos e benefícios dos projectos de investimento* da DG Política Regional da Comissão Europeia (**MACB, 2003**) e a *Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis* (**GMCBA, 2006**). Serão apresentando os parâmetros e indicadores de rentabilidade de ACB.

#### **2.4.1. Manual de análise de custos e benefícios dos projectos de investimento CE**

O MACB (2003) é um manual de avaliação de projectos da União Europeia dirigido aos concorrentes a financiamento no quadro dos Fundos Estruturais, do Fundo de Coesão e do Instrumento Estrutural de Pré-Adesão no período de 2000 a 2006. Os regulamentos comunitários exigem a avaliação das propostas de co-financiamento, para a qual é requerida a seguinte informação:

- Fundos Estruturais (artigo. 26.º do Regulamento 1260/1999): Análise Custo/Benefício incluindo elementos financeiros e sócio-económicos (com indicação da taxa prevista de utilização e do impacte previsível no desenvolvimento ou reconversão da região), avaliação dos riscos, indicação da viabilidade económica, planos de financiamento, avaliação de impacte ambiental, apresentação dos efeitos em termos de igualdade de oportunidades e de emprego, aplicação das disposições comunitárias relativas a contratos públicos;
- Instrumento Estrutural de Pré-Adesão (Anexo I do Regulamento 1267/1999): Análise Custo-Benefício, avaliação do risco, descrição detalhada das soluções alternativas, avaliação de impacte ambiental, indicação da contribuição do projecto para as políticas europeias em matéria de ambiente e redes transeuropeias de transportes, plano de financiamento, incluindo indicações sobre a viabilidade económica do projecto, aplicação das disposições comunitárias relativas a contratos públicos, com critérios de qualidade das avaliações;
- Fundo de Coesão (artigo 10.º do Regulamento 1164/ 94): Análise Custo/Benefício, avaliação do risco, descrição detalhada das soluções alternativas, com critérios de qualidade das avaliações; avaliação de efeitos directos e indirectos na situação do emprego, indicação da contribuição do projecto para as políticas europeias em matéria de ambiente e redes transeuropeias de transportes, plano de financiamento, incluindo indicações sobre a viabilidade económica do projecto.

A Análise Custo/Benefício organiza-se de acordo com o MACB (2003) em 7 passos essenciais:

- 1) Definição de objectivos;
- 2) Identificação do projecto;
- 3) Análise de viabilidade e opções;
- 4) Análise financeira;
- 5) Análise económica;
- 6) Análise multicritério; e
- 7) Análise de sensibilidade e risco.



O primeiro passo da lista do manual é essencial na Análise Custo/Benefício pois corresponde à **identificação dos benefícios sócio-económicos pretendidos** com o projecto e à escolha das variáveis que poderão servir como indicadores do grau de execução desses objectivos.

O MACB (2003) apresenta uma lista de exemplos de objectivos para projectos de transportes:

- Redução de congestionamentos, eliminando limitações de capacidade nas redes e nós únicos ou construindo novas ligações ou vias;
- Melhoria do desempenho de uma rede ou de um nó, em especial aumentando a velocidade de deslocação e reduzindo os custos de funcionamento e a frequência de acidentes através da adopção de medidas de segurança;
- Transferência da procura para meios de transporte específicos;
- Conclusão de redes não interligadas ou deficientemente interligadas; e
- Melhoria da acessibilidade das áreas ou regiões periféricas.

O segundo passo da lista do manual é a **identificação do projecto**, i.e. a definição clara do projecto como unidade de análise independente e cujas actividades previstas tendem para um objectivo único e integram um conjunto coerente e coordenado de acções e funções. Nesta fase, devem então definir-se tipologias, características operacionais e tipos de serviços:

Topologias: Novas infra-estruturas para satisfazer uma procura crescente de transportes; conclusão das redes existentes (ligações em falta); ampliação das infra-estruturas existentes; renovação de infra-estruturas existentes; investimentos em medidas de segurança nas redes ou ligações existentes; melhoria da utilização das redes existentes (melhorar a utilização da capacidade em redes sub-utilizadas); melhorias em matéria de intermodalidade; melhorias em matérias de interoperabilidade das redes; melhorias na gestão das infra-estruturas.

Características operacionais: aumento da capacidade das redes existentes; redução dos congestionamentos; redução das externalidades; melhoria da acessibilidade das regiões periféricas; redução dos custos de funcionamento dos meios de transporte.

Tipos de serviços: Infra-estruturas para áreas densamente povoadas, para a procura de transportes de longa distância, para o transporte de mercadorias; para o transporte de passageiros.




No terceiro passo o avaliador deve **demonstrar a viabilidade do projecto** após análise do contexto económico e institucional, procura prevista, tecnologia disponível, plano de produção, necessidade em pessoal, escala do projecto, localização, meios de produção materiais, calendário, execução, fases de desenvolvimento, planificação financeira e aspectos ambientais. O estudo de viabilidade pode também incluir estudos complementares de engenharia, *marketing*, gestão, execução e ambiente.

Nesta fase é essencial apresentar as **alternativas** que se pretende avaliar para a situação em análise. O

manual exige a apresentação de pelo menos 3 alternativas:

- Nada fazer: cenário de referência, sem projecto nem intervenção de qualquer espécie;
- Fazer o mínimo: cenário de referência com intervenção mínima;
- Fazer qualquer coisa: cenário correspondente à realização do projecto em estudo ou qualquer outra alternativa a avaliar.

Figura 8- Definição de alternativas: exemplo da travessia do Tejo

		
<p>a. Nada fazer <i>Cenário de referência</i></p>	<p>b. Fazer o mínimo <i>Cenário de intervenção mínima</i></p>	<p>c. Fazer qualquer coisa <i>Cenário correspondente ao projecto em estudo ou outra alternativa</i></p>
<p>Imagine-se uma situação de partida em que a travessia de uma secção de um rio se faz por <i>ferry boat</i></p>	<p>Fazer o mínimo poderia constituir um cenário em que se investiria em aumentar a frequência ou comprar <i>ferry boats</i> mais rápidos</p>	<p>Fazer qualquer coisa poderia ser construir uma ponte.</p>
<p>Fonte: (a e b) <a href="http://www.simplonpc.co.uk/LisbonFerries.html">http://www.simplonpc.co.uk/LisbonFerries.html</a></p>		

Para fazer uma avaliação da viabilidade das alternativas é necessário analisar a procura existente e fazer previsões da procura futura – tráfego existente, tráfego desviado de outros modos e tráfego gerado (tráfego induzido, que não existiria se não existisse houvesse a infra-estrutura).

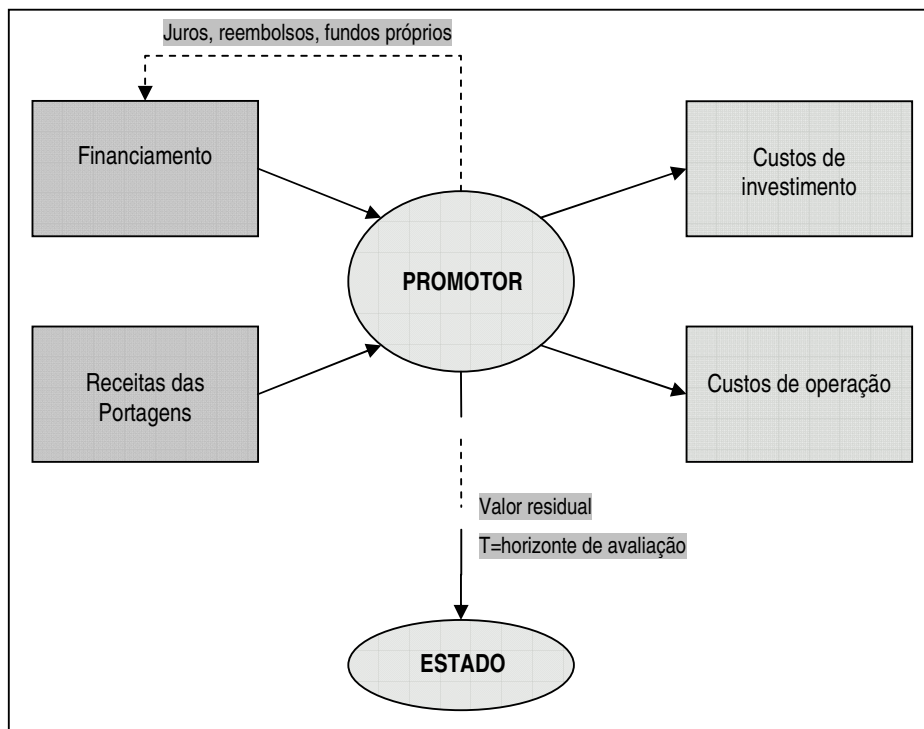
Os custos de investimento e de operação de cada alternativa devem ser programados e estimados para a totalidade do horizonte de avaliação considerado (para 2000-2006, o manual recomenda 25 anos de horizonte de avaliação para o sector dos transportes) e convém assegurar que o projecto inclua todos os trabalhos necessários para a sua execução (ligações com as redes existentes, instalações tecnológicas, etc.) e todos os custos implícitos em cada opção.

O quarto passo da avaliação do projecto consiste na **análise financeira** do ponto de vista do proprietário ou promotor da infra-estrutura. A análise financeira deve resumir-se em indicadores de rentabilidade, em especial:

- Valor Actualizado Líquido Financeiro (VALF);
- Taxa de rentabilidade financeira (TIRF);
- Taxa de rentabilidade financeira calculada sobre o custo do investimento (TIRF/C);
- Taxa de rentabilidade financeira calculada sobre os fundos próprios (TIRF/K).

Levanta-se aqui a questão de qual o ponto de vista a adoptar para a análise financeira. No caso de uma infra-estrutura construída e operada durante um determinado período de tempo em regime de concessão, será mais relevante realizar a análise financeira do ponto de vista do Estado ou do concessionário.

Figura 9 – Elementos de entrada e saída na análise financeira para o exemplo de um contrato BOT- Build Operate and Transfer

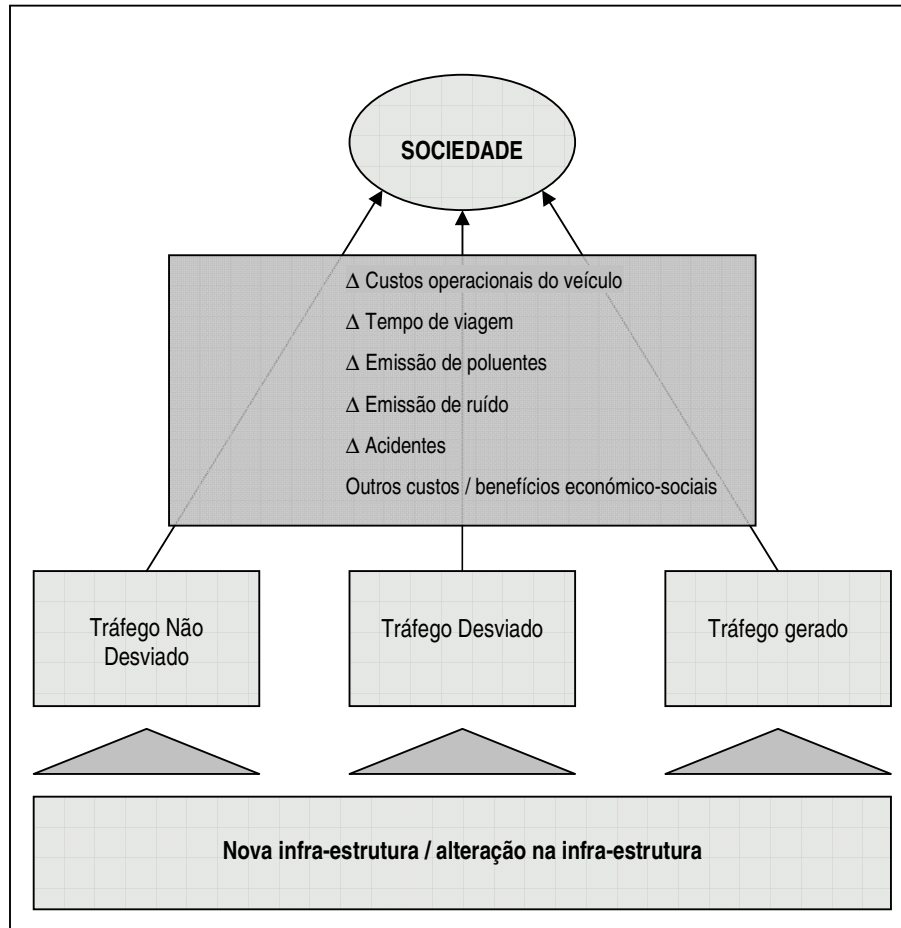


Fonte própria

Uma outra questão a ter em conta relativamente à análise financeira é a escolha da taxa de desconto financeira ( $\alpha_F$ ), que para o período 2000-2006 se pode assumir valer  $\alpha_F=6\%$ . A taxa de desconto tem uma grande influência nos resultados projectados para os investimentos, pelo que a sua escolha será discutida numa secção mais adiante deste capítulo.

O quinto passo corresponde à **análise económica**, um processo de avaliação da contribuição do projecto para o bem-estar económico da região ou do país. Esta análise é realizada em nome do conjunto da sociedade e não em nome do proprietário da infra-estrutura, como acontece na análise financeira. O processo tem como base a análise financeira, à qual realiza uma correcção fiscal (dedução dos fluxos financeiros sem contrapartida real em recursos), introduz as externalidades (economias de tempo, rendimento adicional com o desenvolvimento de fluxos turísticos, poluição atmosférica adicional, etc.) e corrige as distorções dos preços reais de modo a que estes correspondam aos custos de oportunidade social dos factores e dos produtos.

Figura 10 – Alguns custos e benefícios sociais a incluir na análise económica de estradas



Fonte própria

A taxa de actualização a adoptar na análise económica é a taxa de actualização social ( $\alpha_E$ ), que procura reflectir o ponto de vista social da avaliação dos custos e benefícios futuros. No MACB (2003) é recomendada uma taxa de actualização social de  $\alpha_E=5\%$  para o período de 2000-2006, embora se admita a adopção de outras taxas, desde que sejam devidamente justificadas.

A análise económica deve resumir-se em indicadores de rentabilidade, em especial:

- Valor Actualizado Líquido Económico (VALE);
- Taxa de rentabilidade económica (TIRE);
- Relação custo / benefício (C/B).

A diferença entre os indicadores económicos calculados e os financeiros deve-se ao facto de os primeiros utilizarem preços fictícios ou custos de oportunidade de bens e serviços em vez de preços do mercado imperfeito e integrarem, na medida do possível, todas as externalidades sociais e ambientais.

O passo seguinte na avaliação é a **análise multicritério**, que se aplica nos casos em que o projecto tem impactes importantes de monetização difícil ou impossível. Finalmente, é recomendada uma **análise de sensibilidade e risco** às variáveis críticas da avaliação Custo/Benefício, com concepção e cálculo de resultados económicos de vários cenários.

#### 2.4.2. Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis CE

Este documento da União Europeia foi publicado em Agosto de 2006 e o seu objectivo é apresentar um conjunto de regras práticas que promovam e reforcem a consistência e o rigor das análises Custo/Benefício de projectos de investimento e, conseqüentemente, melhorem a qualidade da informação de base para os processos de decisão.

Tendo já em conta o contexto regulamentar do período 2007-2013, o documento apresenta as seguintes recomendações:

- 1) Para assegurar a consistência a nível interno em cada Estado-Membro nos processos de avaliação, é recomendado que cada um estabeleça regras específicas de avaliação para projectos, em especial para os do sector dos transportes e do ambiente.
- 2) O documento recomenda para horizonte de avaliação de estradas períodos de 25 a 30 anos.
- 3) Para a análise financeira, recomenda uma taxa de desconto financeira real de 5% como referência. Os projectos podem adoptar outros valores para a taxa de desconto, mas devem justificá-lo cuidadosamente com argumentos relacionados com as condições macro-económicas do Estado-Membro, com a natureza do investidor ou com o sector do investimento.
- 4) Para a análise económica, recomenda uma taxa de desconto social real de 5,5% para países ainda considerados dentro do grupo “em vias de coesão” com o resto da UE (aqueles que ainda recebem Fundos de coesão) e de 3,5% para outros países, como referência. Os projectos podem adoptar outros valores para a taxa de desconto, mas devem justificá-los cuidadosamente com argumentos relacionados com as condições sócio-económicas do Estado-Membro.
- 5) Para assegurar a consistência a nível interno em cada Estado-Membro nos processos de avaliação, é recomendado que cada um estabeleça um valor de referência nacional para a taxas de desconto a aplicar na avaliação financeira e económica.
- 6) Quando a taxa de desconto é expressa em termos reais, a análise deve ser feita com preços constantes. Quando a taxa de desconto é expressa em termos nominais, a análise deve ser feita com preços correntes.

- 7) Em parcerias público-privado (PPP), podem alterar-se alguns dos aspectos da análise financeira, nomeadamente a taxa de desconto pode ser aumentada para reflectir o maior custo de oportunidade do capital para o investidor privado.

#### **2.4.3. Parâmetros da Análise Custo Benefício**

O HEATCO possui a compilação mais actualizada acerca das práticas correntes de avaliação de projectos ao nível da Europa, pelo que serviu de fonte para a descrição dos parâmetros importantes a considerar na ACB.

De acordo com as práticas correntes de avaliação de projectos de transportes sistematizada no HEATCO, os 25 países europeus utilizam a Análise Custo/Benefício para a avaliação de projectos rodoviários. Em 15 países é utilizada em conjunto com outro tipo de análise, nomeadamente avaliação quantitativa, avaliação qualitativa e/ou Análise Multicritério.

Na maioria dos países a Análise Custo/Benefício é utilizada como um meio para escolher entre diferentes alternativas de projectos, para provar a necessidade de uma medida e/ou para dar prioridade entre variáveis diferentes.

Os parâmetros relevantes na ACB são os abaixo indicados:

- a) Indicadores de rentabilidade para a avaliação de custos e benefícios de um projecto;
- b) Tipo de preços;
- c) Efeitos de distorção causados pelos impostos;
- d) Custo do capital / Taxa de desconto / avaliação do risco / Período de avaliação.

#### **Indicadores de rentabilidade**

A Análise Custo/Benefício é uma técnica generalizada de avaliação de projectos. É usada quando componentes importantes tanto dos custos como dos benefícios reais da actividade não sejam adequadamente representadas pelos preços de mercado, ou então quando não forem transaccionáveis num mercado financeiro (não tendo, portanto, preço de mercado).

Nestas circunstâncias, os mercados não são capazes de avaliar correctamente todos os fluxos relevantes e é então necessário recorrer a procedimentos de avaliação em mercados de substituição de forma a determinar o valor global do projecto.

O princípio-chave que sustenta a análise custo/benefício é bastante simples. Ele consiste na determinação do impacte económico e ambiental do projecto em cada elemento afectado e em cada ponto do tempo. De seguida, estima-se o ganho ou a perda de cada elemento.

Os indicadores de rentabilidade, são critérios que permitem avaliar os custos e benefícios de um projecto, e determinar a viabilidade de um projecto.

Os indicadores de rentabilidade utilizados para a avaliação de custos e benefícios de um projecto são:

**Valor Actual Líquido (VAL):** corresponde à diferença entre as receitas actualizadas e os custos actualizados, pelo que um projecto é aceitável se  $VAL > 0$ .

**Anuidades do VAL:** é o VAL médio anual, resultante da razão entre o VAL e a duração do período de avaliação. Um projecto é recomendável se a anuidade do VAL  $> 0$ .

**Rácio Benefício Custo (RBC):** é a razão entre os benefícios actualizados e os custos actualizados. Um projecto pode ser recomendado se  $RBC > 1$ .

**Taxa Interna de Rendibilidade (TIR):** é a taxa de desconto que anula o VAL. Se a TIR de um projecto for maior que a taxa de desconto, o projecto gera uma taxa de rendibilidade superior ao custo de oportunidade do capital investido. Um projecto é aceitável se a TIR for superior à taxa de desconto habitual.

**Período de *pay-back*:** é o período de tempo necessário até que o investimento inicial esteja pago. Um projecto pode ser recomendado se o PPB for menor que o período de avaliação do projecto.

**Rácio entre o VAL e a participação do Sector Público no investimento:** é a razão entre o VAL e o financiamento público total do projecto. Este critério de avaliação é utilizado quando o Estado quer seleccionar um projecto entre vários aceitáveis, mas não pode financiá-los a todos por razões de restrição orçamental.

**TIR do primeiro ano de operação do investimento:** é a razão entre as receitas do primeiro ano e os custos de investimento do projecto. O critério é utilizado para determinar o ano de abertura óptimo para que se possa conhecer a data preferencial de início de construção.

## Tipo de preços

Outro factor relevante para a ACB é o tipo de preços estimado para a avaliação monetária, se custo de factores ou preços de mercado.

As diferenças entre eles encontram-se abaixo:

- Consumo e produção estão sujeitos a um conjunto de taxas, incluindo o IVA (imposto indirecto), taxa de combustível, taxas de posse de veículo, taxas de propriedade, etc;
- Consumo e produção podem ser subsidiados;
- No custo de factores, os itens são avaliados como se não fosse aplicada taxa indirecta ou subsidio, e;
- Nos preços de mercado, os itens são avaliados como se estivessem a ser trocados em mercados de consumo, com todas as taxas indirectas e subsídios.

De acordo com o HEATCO, actualmente 13 países europeus utilizam custo de factores, enquanto que os restantes utilizam preços de mercado.

### Efeitos de distorção causados pelos impostos

Estes efeitos referem-se ao facto de o financiamento de projectos de desenvolvimento poder ter consequências negativas para o Estado por baixar as suas receitas em taxação indirecta. Veja-se por exemplo o investimento em redes de transportes públicos, cujos efeitos sociais são extremamente positivos em relação a uma situação de grande utilização do veículo privado: como a taxação indirecta sobre as receitas dos transportes públicas é muito baixa ou nula, o Estado perde uma grande porção das suas receitas em impostos sobre a combustível e viaturas. O efeito contrário também é considerado: investimentos que potenciem a utilização do veículo individual vão aumentar as receitas do Estado em taxação sobre a gasolina e viaturas.

Apenas 4 dos 21 países da EU consideram aos efeitos da distorção causada pelos impostos na sua avaliação (HEATCO D1).

### Custo do capital / Taxa de desconto / Avaliação do risco / Período de avaliação

Existem vários modelos para calcular o custo do capital, que se exprime na análise custo-benefício através da taxa de desconto. No caso de o capital para o investimento ter origem em fundos privados, o custo do capital inclui considerações de risco relativas ao sector do investimento e pode ser calculado através do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), por exemplo. O CAPM calcula a taxa de desconto ajustada para o risco ( $K_c$ ) através da Equação 20.

Equação 20	$K_c = R_f + \beta \cdot (K_m - R_f)$
Em que:	<p><math>K_c</math> = taxa de desconto ajustada para o risco</p> <p><math>R_f</math> = taxa de retorno de um investimento sem risco</p> <p><math>K_m</math> = taxa de retorno obtida por <i>benchmarking</i></p> <p><math>\beta</math> = sensibilidade do sector ao risco sistemático ou risco do mercado</p>

No caso de o capital para o investimento ter origem em fundos públicos, o custo do capital inclui considerações acerca do financiamento através de impostos. A cobrança de impostos adicionais tem como impactes sociais não só o custo directo do imposto como a perda marginal de bem-estar. Se o financiamento de investimentos rodoviários implica a cobrança de impostos adicionais, então pode considerar-se que o projecto tem como consequência a perda de bem-estar social e esta componente de custo, que se denomina *custo marginal dos fundos públicos*, deverá ser avaliada como parte do custo de



oportunidade do capital.

Devido ao horizonte das avaliações ser muito grande, surge a questão da incerteza acerca dos valores/efeitos. Por este motivo o tratamento do risco é frequentemente uma componente da avaliação de projecto.

Existem várias maneiras de tratar o risco, que incluem:

- Incorporação do risco na taxa desconto, e/ou
- Análise de cenários

Actualmente 9 em 25 países da UE utilizam uma taxa de desconto que inclui o risco, e 13 países utilizam análise de cenários.

A escolha da taxa de desconto assume uma importância fulcral na avaliação do custo dos impactes indirectos, cujo efeito é prolongado no tempo, por exemplo, quanto se deve pagar hoje pelo custo de um impacto que causa danos no futuro, os quais ocorrerão a médio/longo prazo, como por exemplo o efeito de estufa. É uma das externalidades cujo custo mais depende da taxa de desconto, uma vez que os danos causados são relevantes por um período superior a cinquenta anos.

No entanto, não existe actualmente unanimidade sobre os valores da taxa a utilizar para cada externalidade, existem no entanto alguns valores de referência. O HEATCO concluiu que a taxa de desconto utilizada na maioria dos países, excede o valor recomendado pelo UNITE (3%). No MACB (2003) é utilizado o valor de 5% como *standard benchmark*, no entanto, menciona que pode ser adoptado outro valor, se assim se entender. O PETS recomenda uma taxa de 1% e 3% para o cálculo do custo do efeito de estufa, e de 4% para outras finalidades.

Tabela 13 – Taxas de desconto de acordo com os projectos considerados.

Projectos	Taxa de desconto (%)
UNITE	3
DG Regional	5% (económica) e 6 % (financeira)
PETS	1% e 3% (custos efeito estufa) 4%

Fonte própria

No que diz respeito ao período de avaliação, o estado da arte mostra que a maior parte dos países da EU assumem períodos de avaliação entre 20 e 30 anos, existindo ainda 6 países que assumem valores variáveis, em conformidade com o projecto em questão.

Tabela 14 – Estado da arte do período de avaliação

Período de avaliação	Número de países (25)
Variável (modo/projecto)	6
20	5
20-30	3
30	7
»40	4

Fonte: HEATCO D1

#### 2.4.4. Recomendações do HEATCO para a avaliação de projectos

O HEATCO recomenda que sejam seguidos 15 princípios para a avaliação de projectos de acordo com a Análise Custo/Benefício:

##### 1. Avaliação como ferramenta de comparação:

Para estimar os custos e benefícios de um projecto, deve-se comparar custos e benefícios entre dois cenários: o cenário *Do-something*, onde um projecto de avaliação é realizado, e um cenário *Do-minimum*, que deve ser uma base realista que descreva o desenvolvimento futuro. Quando existem várias alternativas de projectos, deve ser criado um cenário para cada alternativa e devem ser comparadas com um cenário *Do-minimum*.

##### 2. Indicadores de rentabilidade:

- Valor Actual Líquido, VAL ;
- Rácio Benefício-Custo, RBC;
- Rácio entre o VAL e a participação do Sector Público no investimento;

##### 3. Tratamento de impactes não monetários

Quando existirem impactes que não seja possível expressar em termos monetários, estes devem ser apresentados em termos qualitativos ou quantitativos. Quando exista um número reduzido de impactes não monetários, pode ser utilizada análise de sensibilidade. Caso contrário, e se o decisor desejar atribuir pesos aos impactes e ordenar os projectos, pode ser utilizada a Análise Multicritério.

##### 4. Período de avaliação do projecto

É recomendado o uso de um período de avaliação de 40 anos para projectos TEN-T. Para ser possível uma futura comparação de projectos, o ano final deve ser determinado adicionando 40 anos ao ano de abertura do último projecto.

## **5. Tratamento do risco e da incerteza**

Para a análise da incerteza (não probabilística), recomenda-se como apropriada a análise de sensibilidade ou análise de cenários.

Se existem recursos e dados disponíveis para análises probabilísticas, pode ser utilizada Análise Monte Carlo /escolha aleatória).

## **6. Desconto**

O HEATCO, tal como o UNITE, recomenda uma taxa de desconto de 3%.

## **7. Questões de equidade intra-geracional<sup>13</sup>**

É recomendada a análise desta questão paralelamente à análise custo-benefício, através da construção de uma matriz de ganhadores / perdedores e da análise de *stakeholders*, cujos resultados relativos a cada alternativa devem ser considerados e comparados no processo de tomada de decisão.

É também recomendado o uso de valores locais para avaliar medidas unitárias de custo e benefício.

## **8. Técnicas de avaliação para bens não transaccionáveis**

Quando os impactes na avaliação de projectos de transportes não puderem ser expressos em preços de mercado, mas forem potencialmente significativos para a avaliação, recomenda-se que (na falta de valores de transferência robustos) devam ser consideradas técnicas para bens não transaccionáveis para estimar valores monetários. Recomenda ainda que a escolha da técnica para avaliar os impactes individuais deve ser definida em função do tipo de impacte e da natureza do projecto, no entanto as medidas de DPP são preferíveis a outro tipo.

## **9. Transferência de valor**

A transferência de valor envolve o uso de impactes económicos estimados de estudos anteriores para avaliar impactes similares no contexto actual da avaliação.

A transferência de valor pode ser utilizada quando os recursos para os novos estudos são insuficientes.

## **10. Tratamento de efeitos sócio-económicos indirectos**

Recomenda-se que onde se espera que os efeitos indirectos sejam significativos, se utilize um modelo

---

<sup>13</sup> As questões de equidade inter- e intra-geracional são consideradas na avaliação de investimentos em infra-estruturas rodoviárias e visam determinar se a decisão de construir uma das alternativas em análise agravará ou beneficiará injustamente as gerações futuras (questões de equidade inter-geracional) ou beneficiará injustamente segmentos distintos da sociedade (questões de equidade intra-geracional). A recomendação de HEATCO é relativa às questões de equidade entre segmentos da sociedade – Trata-se de analisar as transferências entre cidadãos da mesma geração e avaliar a sua justiça em termos sociais. Como exemplo destas questões, pode referir-se a questão a avaliação das concessões SCUT: por que razão devem os contribuintes pagar os serviços rodoviários prestados a cada utilizador da SCUT em particular?

económico, de preferência um modelo de equilíbrio espacial (SCGE).

Se os efeitos indirectos não poderem ser modelados devido aos custos elevados, insuficiência de dados, falta de modelos quantitativos apropriados ou resultados pouco credíveis, a avaliação qualitativa é uma opção.

#### **11. Custos marginais de Fundos Públicos**

Recomenda-se a adopção do custo marginal de fundos públicos de 1, ou seja, não se deve considerar nenhum custo adicional (preço-sombra) para fundos públicos. No entanto deve ser utilizado um valor de referência para o Rácio entre o VAL e a participação do Sector Público no investimento de 1,5 quando relevante.

#### **12. Excedente do produtor dos fornecedores de Transportes**

Recomenda-se que se estime (alterações) no excedente do produtor no contexto de alteração de volumes de tráfego, e da introdução e ajuste de regimes de atribuição de preços de transportes.

#### **13. Actualização de valores**

Os valores unitários incluídos no HEATCO D5 representam o estado da arte para os impactes individuais. No entanto, todos os valores estão sujeitos a alterações, sempre que uma prova empírica seja disponibilizada, ou haja desenvolvimento metodológico na matéria. Por este motivo recomenda-se uma actualização dos valores de 3 em 3 anos (no máximo).

#### **14. Procedimentos de Contabilidade**

a) A unidade de cálculo adoptada deve ser custos de factores, o que requer que as medidas sejam em preços de mercado (que incluem taxas indirectas e subsídios), para ser convertidas em preços de mercado.

b) Os valores monetários devem ser convertidos em euros com um nível de preço fixo por ano.

O HEATCO D5 apresenta valores em euros e de acordo com o ano base de 2002. No entanto, os valores monetários devem ser ajustados com PPP (ver tabela com os factores de ajuste de PPP que consta no anexo B do HEATCO D5). No entanto, estes factores só se encontram disponíveis para os anos anteriores, e os factores de PPP estão sujeitos a alterações de acordo com a taxa de crescimento da economia nos países. É assumido pelo HEATCO, que o rendimento e os preços têm um crescimento mais acentuado nos países dos Estados Membros que actualmente têm um rendimento mais baixo, os factores PPP tendem a convergir para 1 no futuro. Tendo isto em conta, o HEATCO recomenda que se façam dois cálculos, um com ajuste de PPP e outro sem ajuste, de modo a que o valor esperado esteja algures entre estes dois valores.

c) Os valores monetários para bens não transaccionáveis devem aumentar com o crescimento do PIB (no anexo do D5 é dada uma tabela com os possíveis crescimentos para alguns países).

## **15. Apresentação de resultados**

Os impactes, sempre que possível, devem ser expressos em termos físicos e monetários. O resultado da análise de sensibilidade e dos impactes não monetários devem ser reportados em conjunto com os resultados monetários centrais.

Quanto ao estado da arte em manuais de ACB, existem alguns países fora da UE, com manuais de custo/benefício de grande interesse já desenvolvidos, como por exemplo Canadá, Inglaterra, USA e Japão.

## 2.5. INVENTÁRIO DE DADOS

Os dados estatísticos e os valores de referência são *inputs* para duas operações: calibração dos modelos e aplicação dos modelos.

Para a operação de calibração dos modelos pode definir-se como incógnita o conjunto dos parâmetros do modelo, sendo necessário conhecer os *inputs* e os *outputs* do modelo ao longo de uma série suficientemente longa (série histórica ou série de secções de estrada, p. ex.). Estes *inputs* e *outputs* constituem dados a recolher, podendo ser divididos em:

- Dados estatísticos (séries temporais de custos de manutenção de secções de estradas, p. ex.),
- Valores de referência (valor do tempo, p. ex.).

Na aplicação dos modelos pode definir-se como incógnita o *output* pretendido, sendo necessário conhecer os parâmetros do modelo e os *inputs* para o ponto (momento no tempo ou secção de estrada, p.ex.) para o qual se pretende obter um *output*. Os parâmetros resultam da operação de calibração e os *inputs* constituem dados que é necessário recolher quando se pretende realizar a estimação de custos e benefícios para os projectos em análise, podendo ser classificados quanto à fonte como:

- Valores de referência (valor do tempo, p. ex.),
- Dados do projecto (número de pistas de uma estrada, p. ex.),
- *Outputs* do modelo de previsão de tráfego (TMDA de veículos pesados, p. ex.),
- *Outpus* de outros modelos (rugosidade do pavimento medida em IRI<sup>14</sup>, p. ex.).

Na Tabela 15 estão apresentados os dados necessários para as metodologias de cálculo apresentadas no capítulo 2.3 para a categoria de custos e benefícios para o utilizador. A relação fluxo-velocidade poderá ou não ser calibrada, podendo adoptar-se valores padrão nacionais para os parâmetros a e b. O mesmo se aplica à equação de custo de operação dos veículos: poderá ou não ser calibrada, podendo adoptar-se valores padrão nacionais para os parâmetros a e b.

Tabela 15 – Dados necessários para os modelos da categoria dos custos e benefícios para o utilizador e respectiva utilização

Modelo	Variável	Calibração	Aplicação
Cálculo do tempo perdido	Velocidade base $V_0$	x	x
	Velocidade real $V$ (q)	x	
	Capacidade $q_c$	x	x
	Fluxo de tráfego	x	x

---

<sup>14</sup> Índice de rugosidade

	Comprimento do troço	x	x
<b>Custo do congestionamento</b>	Valor do tempo	sem calibração (valor de referência)	x
	Distribuição do tempo perdido por objectivo de viagem	sem calibração (valor médio)	x
<b>Custo de operação do veículo</b>	Custos de combustível $C_1$	x	
	Outros custos de utilização do veículo (pneus, óleos, manutenção, depreciação) $C_1$	x	
	Fluxo de tráfego		x
	Velocidade média de circulação	x	x
	Inclinação média	x	x
<b>Custo de operação do veículo</b>	Quilometragem	x	x
	Idade média do veículo	x	x
	Custo de operação do veículo	x	
	Custo de depreciação por veículo	x	
	Custo de combustível por milha	x	
	Custo do óleo por milha	x	
	Custo dos pneus por milha	x	
	Custo da manutenção por milha	x	
	Custo do seguro por ano	x	
	Custo do estacionamento por milha	x	

Fonte própria

Em relação aos valores monetários de referência adoptados para Portugal para as categorias de custo / benefício, os dados mais actualizados que existem, dizem respeito aqueles publicados pelos projectos UNITE (2000) e HEATCO (2002), e que derivam dos *country report* nacionais. Esses valores encontram-se nas tabelas que se apresentam em anexo.

### 3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS DE INVESTIMENTO RODOVIÁRIO: CONTEXTO PORTUGUÊS

Este capítulo tem como objectivo introduzir a categoria seleccionada nas metodologias de avaliação e avaliar qual o seu contributo para uma conta nacional dos transportes.

#### 3.1. INTRODUÇÃO DA CATEGORIA NAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO

Em Portugal, é a E.P. a entidade responsável pela avaliação de projectos de estradas. Os cadernos de encargos dos projectos incluem uma secção com indicações relativas ao estudo de rentabilidade económica, que deve ser realizado na perspectiva social e incluir descrições detalhadas dos impactes da obra e quantificar os efeitos que são considerados monetizáveis.

Neste capítulo, será avaliada a prática nacional em avaliação de projectos rodoviários a partir da informação constante dos cadernos de encargos publicados para estradas pela E.P. e tendo em conta as recomendações do HEATCO D5 relativamente a metodologias de avaliação de projectos, dando ênfase à introdução da categoria Custos e Benefícios para os utentes nas metodologias de avaliação.

##### 3.1.1. Âmbito da análise custo-benefício

Relativamente aos **impactes a quantificar**, a E.P. indica:

- Custos de investimento, nos quais incluem custos de planeamento, de terrenos, de construção, perturbação dos utentes actuais decorrente dos trabalhos de construção e efeitos indirectos sobre os custos de manutenção da infra-estrutura da rede existente;
- Custos de conservação, manutenção e exploração,
- **Benefícios da redução dos custos de operação dos veículos,**
- **Benefícios resultantes das poupanças de tempo,**
- Benefícios da redução de acidentes.

Para os restantes impactes (o caderno de encargos refere-os como “benefícios não quantificáveis: ambientais, bem estar, ruído e outros”), os estudos económicos devem realizar descrições detalhadas e uma apreciação qualitativa.

Relativamente a **modos de transporte** a considerar, a E.P. não faz indicações específicas, mas dada a área de estudo indicada, deduz-se que apenas o rodoviário está incluído.

Relativamente à **área de estudo**, a E.P. indica apenas o troço de estrada pré-existente para o percurso em causa e o troço de estrada nova a construir.



### 3.1.2. Definição de alternativas

A E.P. indica como alternativas a comparar as seguintes:

- *Do minimum* (cenário realista de intervenção mínima que mantenha o sistema existente a funcionar sem excessiva deterioração);
- *Do nothing* (cenário em que não se realiza manutenção no sistema actual nem se adequa a sua capacidade à evolução da procura);
- *Do something* (cenário correspondente à construção da infra-estrutura proposta).

### 3.1.3. Horizonte de avaliação

A E.P. recomenda que se adoptem 20 a 30 anos de horizonte de avaliação para estradas novas, de acordo com o tipo de pavimento e outros factores construtivos e de tráfego e clima, e 10 para obras de beneficiação que sejam sujeitas a avaliação económica.

### 3.1.4. Taxa de desconto, normas de contabilização e questões de equidade inter e intra-geracional

A taxa de desconto proposta pela E.P. para os **estudos económicos é de 4%**, real. Esta é a taxa de desconto indicada pelo Ministério das Finanças para a avaliação de projectos<sup>15</sup>.

O caderno de encargos indica como normas de contabilização que os custos e benefícios devem ser introduzidos a preços constantes, embora não indiquem um ano base.

As questões de equidade intra-geracional são apenas referidas para a relação entre utentes do percurso servido pela nova estrada: o caderno de encargos requer que se compararem custos e benefícios de utentes que usam a nova estrada com os de utentes que continuam a usar o troço antigo. Esta questão não tem no entanto como objectivo a consideração de questões de equidade, sendo apenas uma medida da melhoria do serviço para os utentes.

### 3.1.5. Critérios de decisão

Os critérios de decisão obrigatórios nos estudos económicos para a E.P. são:

- Taxa interna de rendibilidade, que deve ser superior a 4,5%;
- Valor Actualizado Líquido, que deve ser superior a 0;
- Rácio Benefício-Custo, que deve ser superior a 1.

---

<sup>15</sup> Despacho n.º 13 208/2003 do Ministério das Finanças.

Podem adoptar-se outros critérios adicionais nos casos em que se justifique esse cálculo e análise complementar.

### 3.1.6. Tratamento do risco e da incerteza

O tratamento do risco e da incerteza deve ser feito através de:

- Adopção de dois cenários distintos de previsão de tráfego (optimista e pessimista);
- Análise de sensibilidade a dois factores fundamentais (custos de investimento inicial e tráfego) e a outros sobre os quais haja incerteza e cujo impacte sobre a rentabilidade justifique a análise.

Em primeiro lugar, num país sem directivas sobre avaliação de projectos e valores de referência assumidos a nível nacional para custos como o **valor do tempo** (VDT), seria necessário ser bastante mais detalhado nos cadernos de encargos dos estudos económicos de estradas: é inválido comparar estradas cujos estudos económicos tenham adoptado metodologias e valores de referência distintos e a competição por financiamento entre projectos fica seriamente enviesada nesses casos. O ideal seria que houvesse um manual oficial de avaliação de projectos para o sector dos transportes em Portugal. Na ausência de um documento deste género, a comparação da previsão do desempenho económico entre projectos alternativos está bastante comprometida.

Ainda em relação ao âmbito da análise custo-benefício, tanto os modos de transporte considerados como a área em estudo são insuficientes para uma adequada incorporação na análise dos efeitos mais importantes do projecto de investimento a avaliar. Seria recomendável rever estas indicações no sentido de as aproximar das do HEATCO D5:

- **Modos de transporte a considerar:** O modo que fará uso da nova infra-estrutura e os modos dos quais possa haver desvio de procura devido à nova infra-estrutura.
- **Área de estudo:** A mais pequena área que permita captar efeitos de rede como o desvio de procura de outros modos e vias, os impactes a nível de tráfego em acessos e outras vias e o impacte da nova infra-estrutura em conjunto com as vias complementares e concorrentes no contexto do desenvolvimento estratégico do país. No caso em que se prevejam impactes internacionais, eles devem ser incorporados na análise custo-benefício.

Em relação à definição de alternativas, a prática nacional é consistente com as recomendações europeias (MACB, 2002), e embora o HEATCO D5 recomende que se testem apenas dois cenários (*do-something* contra *do-minimum*), não é criticável a exigência dos cadernos de encargos: os cenários *do-minimum* e o *do-nothing* são referências diferentes cuja comparação com o cenário em análise (*do-something*) permite avaliar questões distintas em relação ao investimento.

Em relação ao horizonte de avaliação, a prática nacional é relativamente consistente com as recomendações

européias (MACB, 2002 e GMCBA, 2006), i.e., os horizontes adoptados são de 20 e 30 anos e as recomendações europeias são para que se adoptem 25 a 30 anos de horizonte de avaliação. No entanto, de acordo com o HEATCO D5, horizontes tão curtos não permitem a captação de todos os custos e benefícios associados ao projecto. O projecto ESTRADA também vai de encontro ao que o projecto HEATCO refere, e recomenda que se adopte como horizonte de avaliação a vida útil prevista da estrada, sem que se considere que esta termina aquando da necessidade de renovação do pavimento ou de alargamento da estrada, e sem exceder os 40 anos de operação, pois a partir daí a incerteza das previsões torna-se demasiado grande.

Em relação à taxa de desconto adoptada (4%), esta é consistente com as recomendações oficiais nacionais e cai dentro do intervalo entre as taxas de desconto recomendadas por GMCBA (2006) para países em vias de coesão e outros (de 5,5% até 3,5%), estando mais próximo da taxa adoptada nos países mais desenvolvidos.

A E.P. indica que se devem utilizar preços constantes, embora não indiquem o ano de referência, logo a taxa de desconto a adoptar deve ser uma taxa de desconto real. Deve assim indicar-se no estudo económico qual o ano de referência seleccionado para os custos. Não é feita qualquer referência ao tipo de preços em termos de inclusão ou não da taxa indirecta, pelo que se recomenda seguir a indicação de HEATCO D5: a unidade de contabilização de custos e benefícios deve ser o custo de factores.

Em relação aos indicadores de rentabilidade, HEATCO D5 indica que é essencial adoptar uma combinação de indicadores e não apenas um ou outro. É então importante referir que o VAL é um indicador de selecção (todos os projectos com VAL negativo devem ser rejeitados) enquanto os restantes indicadores são maioritariamente indicadores de ordenação e desempate. O projecto ESTRADA, também segue as recomendações do HEATCO (HEATCO D5) neste ponto, no sentido de recomendar a combinação de indicadores mais relevante para responder às questões postas em cada situação, seleccionando os projectos com base no VAL e ordenando-os através dos restantes.

Finalmente, o tratamento do risco e da incerteza é obrigatório apenas para dois parâmetros nos cadernos de encargos da E.P., o que é insuficiente do ponto de vista de HEATCO D5. O projecto ESTRADA recomenda que neste caso que se sigam as recomendações de GMCBA (2006) no que diz respeito à selecção de variáveis para análise de sensibilidade. Assim, além de se realizar uma análise de sensibilidade às variáveis indicadas nos cadernos de encargos, devem testar-se as variáveis uma a uma, isoladamente, e calcular o efeito que 1% de variação em cada uma terá sobre o VAL. As variáveis críticas são aquelas cuja variação em 1% provoca uma variação correspondente no VAL superior a 5%, positiva ou negativa. As variáveis críticas devem ser submetidas a análise de sensibilidade.

### 3.2. CONTRIBUTO PARA UMA CONTA NACIONAL DOS TRANSPORTES

De acordo com o Livro Branco da Comissão Europeia “Fair Payment for Infrastructure use – a phased approach to a common transport infrastructure charging framework in the EU” a grande diversidade de abordagens aos sistemas de taxação para o uso de infraestruturas de transportes é um dos factores condicionantes da eficiência e da sustentabilidade dos transportes na Europa.

A multiplicidade de problemas que derivam das diferentes abordagens não podem no entanto ser tratados de forma isolada. Neste contexto a Comissão Europeia vem propondo a adopção de políticas de preços assentes no princípio do utilizador-pagador. Isto significa que devem ser imputados ao utilizador os custos de utilização da infraestrutura (incluindo as externalidades), sendo que estes devem estar o mais relacionados possível com os diferentes níveis de utilização das mesmas.

Em termos de teoria económica entram em cena as considerações sobre a adopção de políticas de preços com base no custo marginal social. Espera-se que a adopção faseada destas políticas possa aumentar a eficiência dos sistemas de transporte e produza impactos positivos para a economia.

Deve ter-se em consideração que num contexto actual de crescente procura, as soluções para os problemas não podem passar somente pela construção de novas estradas ou aeroportos e na abertura de novos serviços. A gestão da capacidade e o financiamento das infra-estruturas de transportes devem integrar o leque das questões presentes em qualquer abordagem integrada de desenvolvimento sustentado. Por outro lado uma reflexão sobre a melhoria da eficiência do sector não pode estar dissociada de reformas institucionais, como a desregulamentação e privatização do sector.

No entanto, apesar de se registarem desenvolvimentos na área das políticas fiscais e de preços - a nível das orientações comunitárias e da legislação gradualmente introduzida nos países membros da União Europeia – pode afirmar-se que o ritmo de implementação da mudança ainda é muito lento.

Alguns factores podem explicar este facto: a pressão dos interesses instalados, a falta de dados empíricos sobre as implicações das mudanças no mundo real e a frequente relegação para segundo plano da questão da alocação dos custos fixos.

Em resumo, a mudança implicará que, em termos práticos, os níveis de taxação para uso das infraestruturas e a tarifação dos serviços de transporte sejam estabelecidos em função da relação directa com os custos associados, respectivamente, à sua disponibilização e produção.

No projecto UNITE, a conta piloto nacional consiste numa descrição exaustiva dos custos, benefícios e receitas associados a cada modo de transporte, verificados nos anos de 1996, 1998 e estimados para 2005, bem como na alocação dos custos e receitas por tipo de utilizador.

Esta conta piloto de transportes elaborada para Portugal produziu resultados para seis categorias de custos/receitas, relativamente aos seis modos que foram considerados no projecto – rodoviário, ferroviário, aéreo, marítimo, fluvial e transporte público urbano. No que diz respeito à categoria objecto de estudo desta dissertação, tem-se:

Tabela 16 – Definição das sub- categorias na conta

<b>Custos dos atrasos devido ao congestionamento</b>
Estimação dos custos relacionados com os atrasos, para as zonas metropolitanas (modo rodoviário e transporte público urbano) e para o aeroporto de Lisboa.
<b>Impostos, taxas e subsídios</b>
Nesta categoria serão apresentados dados sobre os impostos, taxas e subsídios. Esta informação permitirá a comparação entre o nível de fiscalidade e os custos relacionados com a infra-estrutura. A informação sobre subsídios permitirá ter uma visão sobre eventuais distorções à concorrência.

Fonte: Paper UNITE 2003

Quer para a produção de estimativas de custos marginais, quer para os resultados apresentados nas contas piloto de transportes, foram desenvolvidas metodologias específicas por categoria e por modo.

### **Impostos, taxas e subsídios**

Para efeitos das contas piloto os impostos, taxas e subsídios apresentam duas facetas diferentes. Os impostos e taxas podem ser encarados como custo pelos utilizadores finais e fornecedores dos serviços de transporte, mas por outro lado constituírem receita dos agentes que recebem dinheiro proveniente dos mesmos. Os subsídios representam um custo para o Estado mas uma receita para o agente que deles beneficia.

O tratamento do vasto e diferenciado conjunto de fluxos financeiros entre as diferentes instituições exige que à partida se defina alguns conceitos básicos. Desta forma entende-se por:

- Imposto: encargo a pagar pelo qual não é possível discernir o serviço requerido pelo Estado ou um serviço que não é proporcional ao pagamento efectuado.
- Taxa: encargo correspondente a um serviço directamente associado proporcional ao pagamento efectuado ao Estado.
- Subsídio: montante entregue pelo Estado, e pelo qual este não recebe nenhum produto ou serviço como contrapartida. O objectivo deste instrumento é possibilitar a facilitação de determinado produto ou serviço a um

preço acessível ao público, quando o serviço ou produto não poderia ser de outra forma fornecido em condições de auto sustentabilidade económica e financeira.

O quadro seguinte dá alguns exemplos de elementos que podem ser considerados dentro de cada categoria.

Figura 11 – Exemplos de impostos, taxas e subsídios considerados na conta piloto do UNITE

<b>Impostos</b>	Imposto combustível, imposto municipal sobre veiculos, etc
<b>Taxas</b>	Taxas de uso de infraestrutura (autoestradas, aterragem em aeroportos, pontes, caminhos de ferro), tarifas de transporte público, etc.
<b>Subsídios</b>	Indemnizações compensatórias, subsídios á exploração, etc.

Fonte: Paper UNITE 2003

Idealmente devem ser também considerados outros impostos, desde que os níveis a que estão fixados sejam distintos (maiores ou menores) para o sector dos transportes (por exemplo, IVA).

A utilização de metodologias adequadas para a estimação dos custos é um factor determinante para que os objectivos determinados pelas orientações a nível político possam ser eficazmente atingidos.

No entanto, considerando o volume e o nível de desagregação da informação necessária para a elaboração das contas piloto e das estimativas de custos marginais deve ser referida a necessidade de implementação de sistemas de informação adequados, quer a nível da administração pública, quer a nível do sector privado.

De um modo geral, os contributos para uma conta são de 4 tipos:

- Definição de politicas fiscais e de preços - para além da importância da estimação dos níveis de custos directamente relacionados com a utilização das infraestruturas, (incluindo as externalidades, que não era objecto de estudo desta dissertação), importa deter informação que permita a alocação justa por tipo de utilizador;
- Planeamento estratégico e definição de orçamentos para o sector – para a comparação dos níveis de produtividade e avaliação de desempenhos é de crucial importância a informação sobre as estruturas de custos;

- Reforma institucional – para uma monitorização adequada dos processos de reforma institucional é importante avaliar o desempenho financeiro das entidades e o impacto da integração das externalidades nas políticas de preços;
- Regulamentação do sector – a tradução monetária dos custos externos (emissões de poluentes atmosféricos e ruído, acidentes e congestionamento) possibilita um aumento da eficácia na avaliação dos efeitos das políticas de transporte.

## 4. ADAPTAÇÃO E APLICABILIDADE AO CONTEXTO PORTUGUÊS

A adaptação ao contexto português teve em consideração o que já foi feito em matéria de estudos europeus que contemplem Portugal, apresentando sobretudo a adaptação de parâmetros específicos para cada contexto, pelo que as metodologias que já se apresentaram anteriormente que têm adaptação directa não são mencionadas novamente.

A aplicabilidade ao contexto português corresponde a um exemplo de cálculo do congestionamento a uma estrada de Portugal, na qual se quantifica o tempo perdido através da comparação de fluxo livre e situação actual, sem ser necessário recorrer ao modelos do manual COBA para traçar as curvas de fluxo-velocidade.

### 4.1. ADAPTAÇÃO AO CONTEXTO PORTUGUÊS

Nos projectos e estudos constantes da literatura europeia com referência a Portugal, pesquisada para esta dissertação, apenas se encontraram referências ao cálculo de custos e benefícios para Portugal nos projectos PETS D12, UNITE D12-A7 e no estudo de DIW et al. (1998). Mais recentemente, o HEATCO D1 indica no resultado dos inquéritos nacionais os custos médios para algumas das subcategorias consideradas.

No contexto da adaptação a Portugal das metodologias desta categoria objecto desta dissertação, foram definidas como subcategorias relevantes dos custos e benefícios para os utentes as seguintes:

- 4.1.1. Custos do congestionamento
  - Tempo perdido; e
  - Valor do tempo;
- 4.1.2. Custos de operação dos veículos;
- 4.1.3. Portagens ou taxas pelo uso da infra-estrutura.

#### 4.1.1. Estimação dos custos do congestionamento

De acordo com o PETS D12, não existem relações fluxo-velocidade oficiais para Portugal, sendo que a prática portuguesa é importar as curvas de outros países, como dos EUA (por ex. HCM) ou de Inglaterra (por ex. manual COBA). De um modo geral, as relações fluxo-velocidade têm que ser adaptadas e calibradas para cada área específica. O PETS adaptou a curva não linear fluxo-velocidade do HCM através da calibração dos parâmetros a e b de forma a considerar a diversidade de características urbanas/não urbanas da estrada:

Equação 21 –Equação da curva de fluxo-velocidade

$$V(q) = \frac{V_o}{1 + A \cdot \left(\frac{q}{q_c}\right)^B}$$

Onde:

$V_o$  e  $V(q)$  correspondem às velocidades base e actual, respectivamente (km/h)

$q_c$  capacidade em uvl

$q$  fluxo em uvl



A e B são parâmetros de calibração

Para o caso português do PETS, as curvas fluxo-velocidade foram calibradas utilizando a hierarquia de classificação das estradas definidas no manual COBA, como se pode observar na tabela abaixo

Tabela 17 – Classificação das classes de estradas portuguesas baseadas na hierarquia do manual COBA.

Classe do PETS	Tipo	Características	Classes do manual COBA
1	IP's e IC's	2 faixas com 2/3 pistas	4/5
2	Outros IC's, EN's e ER's	Rural: 2 faixas com 2 pistas	2
3	Outros EN's	Rural: 1 faixa (10m)	1(a)
4	Outros ER's e EM's	Rural: 1 faixa (7.3m)	1(b)
5	Estradas urbanas	Suburbana duas faixas	11
6	Vias Arteriais	Urbana, Não-central	7
7	Vias secundárias	Urbana, central	8 (a)
8	Estradas em geral	Urbana, central	8 (b)
9	Não classificadas	Cidades pequenas	9

Nota: As classes de 1 a 4 são na sua maioria estradas interurbanas, e as classes entre 5 e 8 têm essencialmente características urbanas. O tipo de classe 9 é para estradas não classificadas.

Fonte: Tabela PETS D12 p.32

A tabela que se segue corresponde à calibração do HCM para as diferentes classes de estrada consideradas.

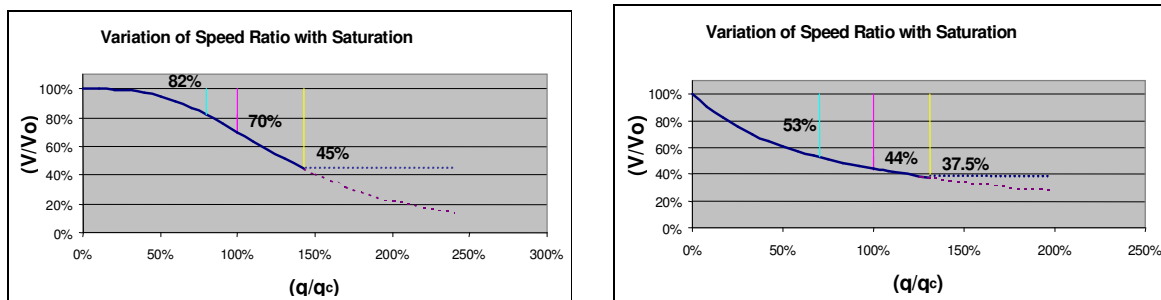
Tabela 18 – Calibração das fórmulas de fluxo-velocidade

Classes PETS	Tipo	$V_0$ (km/h)	$V_{min.}$ (km/h)	$q_c$ (uvl/pista)	A	B
1	IP's e IC's	100	45	2000	0.42857	3
2	Outros IC's, EN's e ER's	90	40	1800	0.42188	2.7
3	Outros EN's	70	35	1200	0.7	3.5
4	Outros ER's e EM's	50	30	900	0.65217	3.5
5	Estradas urbanas	70	25	1500	0.65625	4.8
6	Vias Arteriais	60	20	900	1.0	1.5
7	Vias secundárias	40	15	600	1.2766	1.0
8	Estradas em geral	30	15	600	1.28571	1.0
9	Não classificadas	40	20	750	0.5	2.5

Fonte: PETS D12 p.32

Os gráficos abaixo representam 2 exemplos das curvas fluxo-velocidade para duas classes distintas, classe 1 e classe 7.

Figura 12 - Exemplos da aplicação de curvas fluxo-velocidade a estradas portuguesas.



Classe 1: IP's e IC's

Classe 7: Vias urbanas secundárias

Fonte: PETS D12

## Valor do Tempo (VDT)

Não existe um VDT para Portugal pré-definido, nem um estudo fidedigno sobre a disposição para pagar (DPP) pela poupança de tempo. Existe, conforme já referido, alguns valores de acordo com alguns projectos europeus para Portugal.

A definição de tempo de viagem adoptada é a do projecto HEATCO, e consiste na soma do tempo no veículo (*in vehicle*) e do tempo fora do veículo (*out of vehicle time*).

No que diz respeito à desagregação do valor do tempo, recomenda-se que se considerem três categorias, em função do motivo:

- i) passageiro em trabalho (*passenger work*),
- ii) passageiro "fora do trabalho" (*non work*) e
- iii) tráfego de bens transaccionáveis (*commercial goods traffic*).

A tabela que se segue apresenta as abordagens e respectivas desagregações recomendadas pelo projecto europeu mais recente neste âmbito.

Tabela 19 – Abordagens recomendadas para estimar o valor do tempo e congestionamento

Categoria	Desagregação do VDT e unidade	Abordagem simples	Abordagem complexa
<i>Passenger work</i>	<i>Modo</i> <i>€/passageiro.hora</i> <i>€/passageiro.hora</i>	<i>Cost saving</i>	Abordagem de <i>Hensher</i>
<i>Passenger non work</i>	<i>Modo</i> <i>Motivo da viagem</i> <i>Tempo no veículo</i>	Disposição para pagar	

<b>Categoria</b>	<b>Desagregação do VDT e unidade</b>	<b>Abordagem simples</b>	<b>Abordagem complexa</b>
	€/passageiro.hora €/passageiro.hora		
Tráfego de bens transaccionáveis	modo €/tonelada.hora €/veículo.hora	Cost saving	Disposição para pagar

Fonte: HEATCO D5

Em relação ao valor do tempo, este deve ser definido em função do projecto em causa, até existir um estudo para Portugal em que valide um valor mais adequado para tal. Os valores mais recentes que existem, correspondem aos apresentados no projecto HEATCO e no projecto ESTRADA.

Tabela 20 –Valores do tempo recomendados pelo HEATCO e pelo ESTRADA para Portugal (€2002, custo de factores)

	<b>Motivo</b>	<b>VDT</b>	<b>VDT Curta distancia</b>	<b>VDT Longa distancia</b>
<b>Passageiros (passageiro/hora)</b>	Negócios	19,34		
	Negócios com ajuste de PPP	25,34		
	Comutação		6,69	8,59
	Comutação com ajuste de PPP		8,77	11,26
	Outro		5,61	7,20
	Outro com ajuste de PPP		7,35	9,43
<b>Mercadorias (tonelada/hora)</b>	VDT	1,06		
	VDT com ajuste de PPP	3,39		

Fonte: Adaptação de HEATCO D5

#### 4.1.2. Estimação custos de operação de veículos

Os custos de operação de veículos dividem-se em 2 tipos de custos, os custos relacionados com o combustível e os custos relacionados com a utilização do veículo, que são medidos em unidades monetárias por v.km.

No que diz respeito aos custos de operação de veículo também não existem valores específicos para Portugal, pelo que se utilizaram as fórmulas do manual COBA, com as adaptações necessárias para a transferência de valores.

As fórmulas correspondem às definidas no relatório 2 do projecto ESTRADA, no capítulo correspondente aos Custos de Operação de Veículo, sendo os parâmetros monetários definidos aqui, a única diferença face à metodologia do manual COBA já descrita.

O custo total de operação de um veículo médio é dado pela soma dos dois termos descritos, ou seja  $c_0 = C_r + C_1$ ,

sendo que para o nível de fluxo  $q$ , o custo total de operação é  $C_0 = c_0 \cdot q$ .

Equação 22	$C_r = [a + b \cdot v + c \cdot v^2]$	[unidades monetárias / veículo.km]
Equação 23	$C_1 = a_1 + \frac{b_1}{v}$	[unidades monetárias / veículo.km]
Em que:	<p><math>C_r</math> – Custos de combustível  <math>C_1</math> – Outros custos associados à utilização do veículo  <math>a, b, c, a_1</math> e <math>b_1</math> são parâmetros monetários  <math>v</math> a velocidade média de circulação em km/h, estimada pela curva de degradação da velocidade em função do fluxo</p>	

A adaptação dos parâmetros feita para Portugal encontra-se apresentada na tabela abaixo:

Tabela 21- Parâmetros da fórmula para o cálculo dos custos de operação de veículo em 2010.

Categorias de veículo	Parâmetros				
	a	b	Custos	m	n
<b>Combustível</b>					
Automóvel	0.4333	14.9247	0.00003147	-0.00203	0.000102
LGV	0.6749	17.8013	0.00004223	-0.00125	0.000067
OGV1	1.5257	38.1006	0.00020144	0.00346	0.000048
OGV2	1.1909	108.4178	0.00028438	0.00346	0.000048
PSV	2.2517	64.2175	0.00022695	0.00346	0.000048
<b>Não combustíveis</b>	<b>a1</b>	<b>b1</b>			
Automóvel	2.4001	8.8421			
LGV	2.8093	28.1878			
OGV1	5.8133	88.0657			
OGV2	6.4917	178.3928			
PSV	12.0416	201.8839			

**Nota:** Preços de 1995 em ecu (para os coeficientes  $a, b, c, a_1$  e  $b_1$ ).

Fonte: Adaptação do Departamento de Transporte dos Estados Unidos (1996/1997) e do Manual COBA (TRB, 1994) em PETS D12.

#### 4.1.3. Estimação de Portagens e/ou taxas, de acordo com a legislação portuguesa





A qualquer infra-estrutura rodoviária está associado um custo de construção, conservação e exploração. Este encargo financeiro ou é assumido por todos os contribuintes, sob a forma de impostos, ou então apenas pelos utilizadores da infra-estrutura rodoviária, através de portagens.

A tendência actual para o princípio do utilizador-pagador tem vindo a tornar-se o princípio básico para o cálculo do preço da portagem de uma auto-estrada, particularmente em questões relacionadas com a classe do veículo e com

a dicotomia entre veículo ligeiro e pesado.

O sistema de classificação português e a respectiva distribuição por classes<sup>16</sup> é definida com base em dois critérios, a altura do veículo medida na vertical do 1º eixo e o número total de eixos do veículo, como ilustrado na figura abaixo:

Figura 13 – Sistema de classificação das classes de portagem

Classe	Altura 1º eixo	N.º eixos	Veículos
1	< 1,10 m	≥ 2	
2	≥ 1,10 m	2	
3	≥ 1,10 m	3	
4	≥ 1,10 m	≥ 4	

Nota: Os motociclos se utilizarem via verde, são considerados classe 5, ou seja, é-lhes cobrado 70% da classe 1.

A tarifa de referência aplicada pela Brisa, é similar às aplicadas por outros operadores portugueses, e baseia-se na tarifa de referência inicial ajustada anualmente à inflação.

Tabela 22 – Tarifa de acordo com a classe de veículo

Classe	Valor da tarifa (€/km)
Classe 1	0,057*/km (média)
Classe 2	1,75 * classe1
Classe 3	2,25 * classe1
Classe 4	2,50 * classe1

\* este valor não inclui o IA (imposto automóvel)

A fórmula de cálculo das taxas de portagem está contemplada no Decreto-Lei 294/97, de 24 de Outubro, que autoriza o Contrato de Concessão celebrado entre o Estado e a Brisa, e são o produto da aplicação das tarifas de portagem à extensão de percurso a efectuar pelos utentes, acrescido do IVA à taxa em vigor.

As taxas são arredondadas para o cêntimo de euro mais próximo ou outro que melhor se adequa ao sistema monetário em vigor, ou outro proposto pela concessionária, face à impossibilidade prática de aplicação daquele.

<sup>16</sup> Encontra-se fixado na base XIV do DL 294/97 de 24 de Outubro

A conversão da taxa de portagem em euros será feita nos termos do Regulamento (CE) n.º 1103/90, do Conselho.

A actualização das taxas de portagem é anual e realiza-se de acordo com regras fixadas na Lei (DL 294/97, de 24 de Outubro). Esta actualização obedece, todos os anos, às mesmas regras e é calculada de acordo com uma fórmula legal, que fixa como coeficiente de actualização a taxa de inflação verificada nos 12 meses anteriores ao cálculo das novas taxas de portagem. A Brisa usa a taxa de inflação (Índice de Preços ao Consumidor sem a habitação) calculada pelo INE (Instituto Nacional de Estatística). Desta forma, as taxas de portagem reais mantêm-se constantes ao longo dos anos.

Quando se define a tarifa a ser aplicada a um novo troço de auto-estrada, o valor da tarifa de referência é definido para a classe 1 com o valor de **0.051€/km**, referido a preços de Dezembro de 1996. Quando o troço é aberto ao público, a tarifa aplicada à classe 1 por quilómetro é a tarifa de referência, ajustada 90% à inflação de anos anteriores ( até 1996), de acordo com a seguinte equação:

Equação 24	$Tarifa\_base = tarifa\_ref \times [90\% \times (1 + \Delta IPC_{\rho-n}) + 0.10]$
------------	--

Deste modo, a tarifa da classe 1 é actualizada anualmente e corresponde à tarifa do ano anterior, ajustada 90% à inflação.

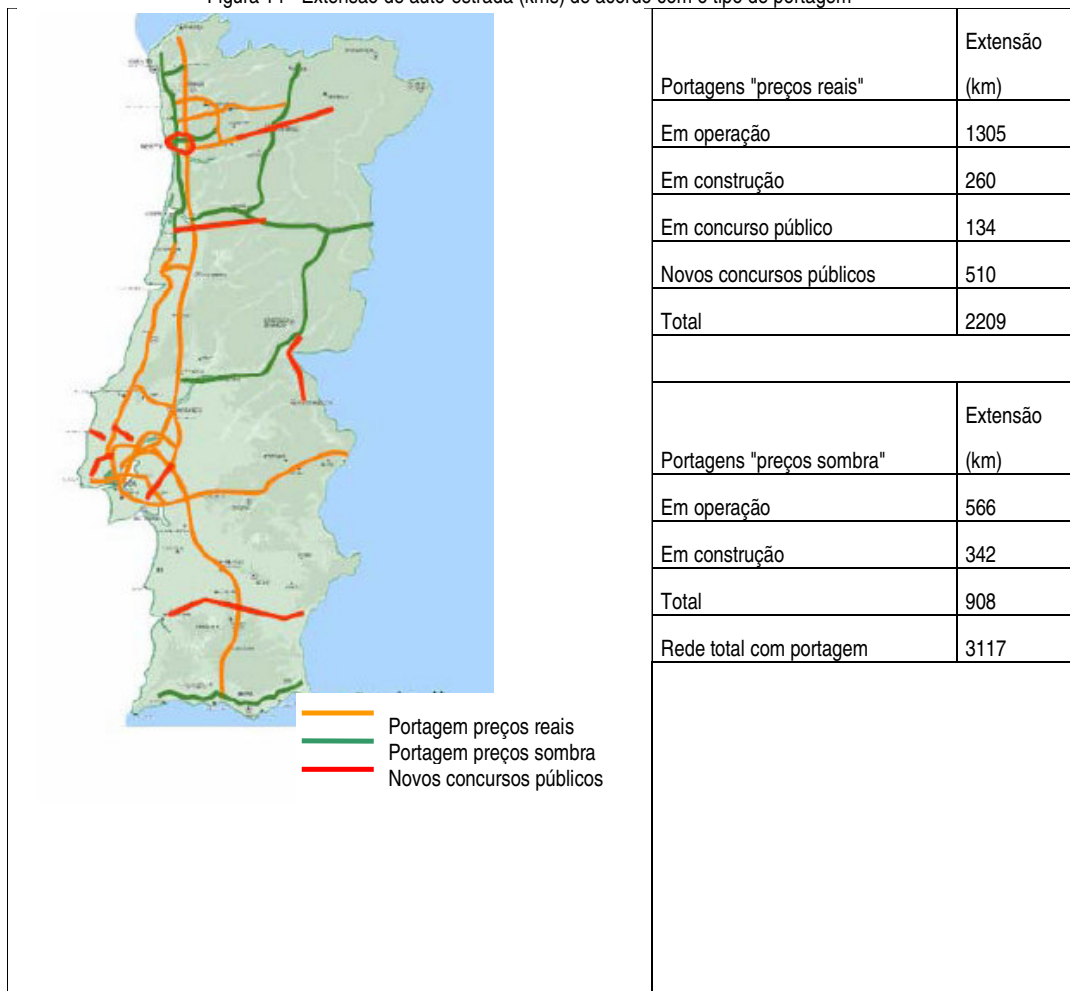
Equação 25	$Tarifa\_base = tarifa\_uso_{\rho-1} \times [90\% \times (1 + \Delta IPC_{\rho-1}) + 0.10]$
------------	---

De acordo com uma decisão política, entre 2005 e 2011, as tarifas passam a ser revistas com um factor de IPC (índice de preços do consumidor) de 100%, como consequência da decisão do Governo de cobrar monovolumes como classe 1 (eram cobrados anteriormente como classe 2).

A figura abaixo mostra a extensão em quilómetros de auto-estrada de acordo com o tipo de portagem.

Em Portugal, a construção, conservação e manutenção das estradas portuguesas é financiada com o dinheiro dos impostos dos contribuintes, havendo também comparticipação de fundos comunitários. No caso da AE, no modelo da portagem, para além de uma ajuda do Estado no custo de construção, é o utilizador da mesma que através do pagamento da portagem sustenta a construção, financiamento, manutenção e exploração da AE.

Figura 14 - Extensão de auto-estrada (kms) de acordo com o tipo de portagem



Fonte: Asecap

No que diz respeito a esta subcategoria, uma vez que existe uma fórmula de cálculo para as taxas de portagem contemplada em Decreto-Lei para Portugal, é esta a recomendada, mas no entanto, é recomendado o estudo de políticas de preços marginais para definir o valor das portagens.

#### 4.2. TRANSFERIBILIDADE DE VALORES E FUNÇÕES

Os estudos de avaliação de bens não transaccionáveis são por vezes demasiado dispendiosos e morosos, no contexto das análises para as quais são necessários, recorrendo-se nesses casos à transferência de valores resultantes de estimativas de qualidade realizadas para outras situações. A transferência de valores introduz uma grande parcela de incerteza na análise custo-benefício relativa às diferenças espaciais e temporais entre a situação do estudo e a situação em análise.

Podem definir-se duas abordagens gerais para a transferência de valores: **Transferência de Funções e Transferência de Valores Unitários** com ou sem ajuste relativo ao rendimento. HEATCO D5 recomenda o recurso a um protocolo de transferência introduzido por Brouwer em 2000<sup>17</sup>: o **Protocolo dos 7 Passos**.

#### 4.2.1. Transferência de funções

A transferência de relações empíricas entre a DPP e as características da população afectada ou os recursos estudados entre situações diferentes pode realizar-se com recurso ao método da **transferência de funções**. Transferir a função integralmente é uma abordagem mais completa do que transferir os valores unitários pois são considerados vários factores de transferência, como se pode observar na Equação 26.

Equação 26:	$Valor_{ij} = a + b \times G_j + c \times H_{ij} + erro$
Em que:	i: índice referente ao agregado familiar j: índice referente ao local G <sub>j</sub> : características do bem avaliado no local j H <sub>ij</sub> : características da família i no local j a, b, c: parâmetros do modelo

#### 4.2.2. Transferência de valores unitários

A abordagem mais fácil para a transferência de valores de um local para outro é a **transferência simples de valores unitários**, que assume que o bem-estar que um indivíduo médio vai experimentar num dado local vai ser idêntico ao experimentado por um indivíduo médio noutra local, onde esse bem-estar foi medido. Deste modo, pode transferir-se directamente o valor estimado, que normalmente é expresso em DPP média por agregado familiar e por ano (Equação 27).

Equação 27:	$Valor_1 = Valor_0$
Em que:	1: situação para a qual se pretende transferir o valor 0: situação para a qual se estimou o valor

Esta abordagem pode não ser apropriada quando se pretende transferir valores entre países diferentes, com níveis de rendimento e custos de vida distintos. Nestes casos pode adoptar-se a **transferência de valores unitários com ajuste relativo ao rendimento** (Equação 28), procedimento que se tornou prática comum nos países europeus. Este método é adoptado na transferência do valor do tempo, em que se considera adicionalmente a elasticidade do rendimento, pois a DPP não varia linearmente com o rendimento das famílias (nos países onde o rendimento per

<sup>17</sup> Brouwer (2000): Brouwer, R., *Environmental Value Transfer: State of the Art and Future Prospects*, Ecological Economics 32, pp. 137–152, 2000. Citado em HEATCO D5 p. 26.



capita é mais elevado, a DPP é comparativamente maior do que nos países de menores rendimento – Martins, 2001). Este tipo de técnica deve ser utilizado com muito cuidado pois incorpora apenas os efeitos das diferenças nos rendimentos e não considera as diferenças em preferências individuais, qualidade inicial do ambiente e em condições culturais e institucionais entre as duas situações.

Equação 28:	$Valor_1 = Valor_0 \times \left( \frac{Rendimento_1}{Rendimento_0} \right)^E$
Em que:	1: situação para a qual se pretende transferir o valor 0: situação para a qual se estimou o valor E: elasticidade da DPP em relação ao rendimento

### Protocolo dos 7 passos

Com base numa revisão do estado-da-arte em estudos sobre transferências de valores e a respectiva validade, Brouwer propôs um protocolo de sete passos como primeira aproximação à boa prática na transferência de valores ambientais para introdução em análises custo-benefício. O protocolo foi adaptado em HEATCO D5 e está descrito seguidamente:

**Passo 1:** Definir os valores a estimar no local alvo;

**Passo 2:** Realizar uma revisão da literatura com o intuito de identificar estudos que tenham obtido valores com potencial de transferência para o local alvo;

**Passo 3:** Avaliar a relevância dos estudos identificados no contexto do local alvo;

**Passo 4:** Avaliar a qualidade dos estudos identificados;

**Passo 5:** Sistematizar os dados disponíveis para o local ou locais dos estudos relevantes;

**Passo 6:** Transferir os valores dos estudos relevantes dos locais do estudos para o local alvo através do métodos mais apropriados para o tipo de valor e as características do local;

**Passo 7:** Determinar o mercado sobre o qual as estimativas de valor deverão ser agregadas.

#### 4.3. CASO DE APLICAÇÃO

O caso de aplicação escolhido corresponde a um dos acessos à cidade de Lisboa, que melhor caracteriza o congestionamento, o corredor Sintra-Lisboa. A área de estudo corresponde à rede viária delimitada pelos eixos IC19, CREL, A5 e CRIL, conforme se pode observar na figura abaixo, e é composta por 30 Zonas, 269 nós e 762 (2x381) arcos.

Figura 15 – Enquadramento da zona em estudo



O objectivo com este caso de aplicação, é quantificar o custo/benefício para o utente, medido a partir do valor adicional gasto no percurso realizado por um utente que utilize o IC19/A5, comparando a situação de fluxo livre com o que se passa actualmente no período de ponta da manhã.

Os dados utilizados, foram os utilizados e obtidos no trabalho realizado para a cadeira de Gestão de Tráfego Rodoviário “**Avaliação e intervenção sobre uma rede de estradas**”. Esse trabalho foi desenvolvido sobre uma plataforma do software VISUM<sup>18</sup> 9.33 (versão estudante), entregue em suporte digital pelo Docente da cadeira, tal como a rede viária e a matriz base de tráfego.

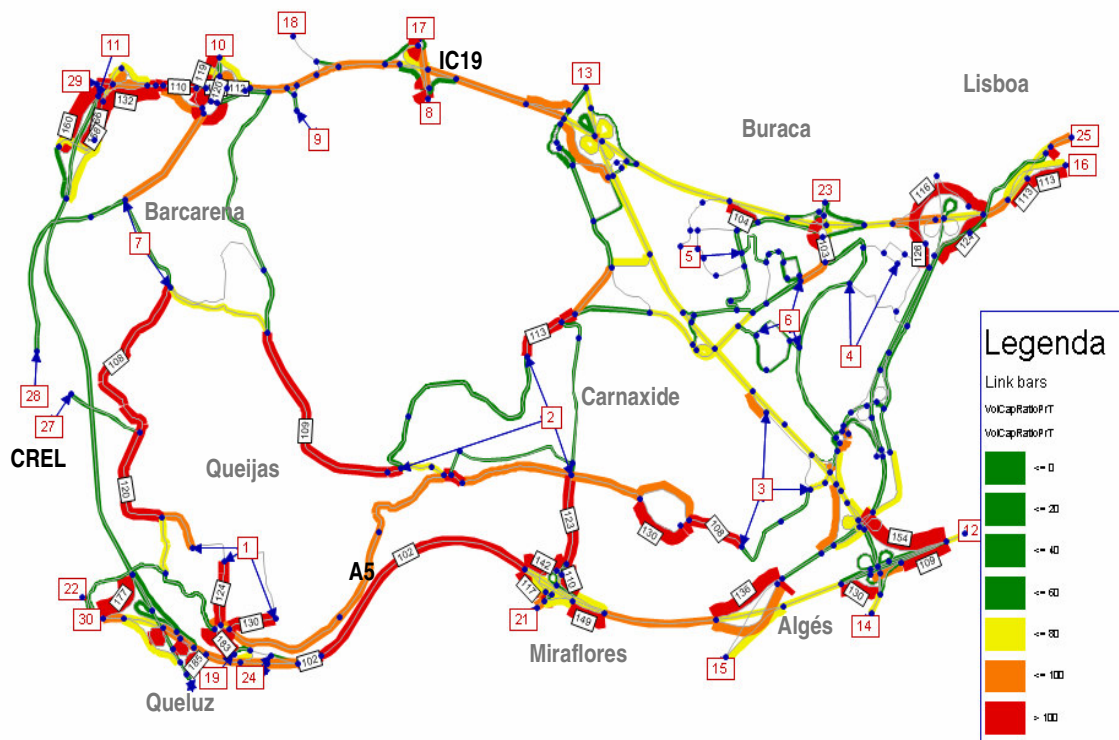
Em primeiro lugar foi feita a afectação de tráfego à rede, de acordo com a matriz atribuída, em que o método de afectação de tráfego à rede utilizado pelo Visum é o algoritmo de equilíbrio, que tem por base o “2º Princípio de Wardrop” (1952). Este princípio menciona que “numa rede de tráfego em que todos os utentes tenham funções de utilidade iguais e disponham de informação idêntica, os fluxos se repartem de tal forma que todos os caminhos usados por alguém para a ligação entre duas zonas terão utilidades iguais”. Este algoritmo é

<sup>18</sup> Em anexo encontra-se uma breve descrição do VISUM e respectiva metodologia.

calculado iterativamente utilizando o conceito da Curva Fundamental do Tráfego e o algoritmo “tudo-ou-nada”. A primeira análise do trabalho consistiu na determinação da capacidade dos arcos, sendo que a capacidade de um arco representa o fluxo máximo que uma via pode suportar para funcionar em condições estáveis. A partir deste valor de fluxo o escoamento do tráfego realiza-se intermitentemente dando lugar ao congestionamento, como se verifica na zona em estudo, nos períodos de ponta.

A figura seguinte representa o grau de saturação da rede (rácio volume/capacidade), ou seja, o congestionamento. Pode-se observar que a cor laranja corresponde aos arcos cujo grau de saturação corresponde a 100% e a vermelho aqueles que excedem a sua capacidade, estando por isso em situação de congestionamento.

Figura 16 – Grau de saturação da rede viária da zona de acesso a Lisboa



Fonte: Output do VISUM

Analisando a deslocação da zona 1 para a zona 3 obtêm-se os dados que constam na tabela abaixo.

Tabela 23 - Exemplo do cálculo para um dos troços entre a zona 1 e a zona 3

O/D	T0 (h)	Tcur (h)	V0 (km/h)	L (km)	Motivo	VDT (euros/v.km)	Taxa ocupação	Tempo perdido (h)	Custo do Congestionamento (euros/v.km)
1/3	0.18	1.36	57.31	10.40	Trabalho (T)	22.59	1.23	1.17	26.51
					Comutação (C)	5.24	1.20		6.15
					Lazer (L)	3.49	1.55		4.09

Fonte própria ( VDT de acordo com a actualização de UNITE para 2006)

Apenas foi feito o cálculo dos custos do congestionamento, a título de exemplo, para demonstrar qual o tempo perdido, e o seu custo, numa zona bastante problemática, no que toca a problemas congestionamento.

O custo do congestionamento está aqui calculado com base no custo do tempo perdido, o que se traduz também em custos de operação (*fuel e non fuel*) mais elevados e velocidades de circulação mais baixas.

Para os custos de operação de veículos, seria necessários um maior número de dados, como aqueles indicados no capítulo do inventário de dados, de modo a permitir escolher qual a fórmula mais completa que é possível aplicar. Neste exemplo, compara-se a situação actual com a situação de fluxo livre e observa-se que neste caso específico, o atraso verificado tem um valor monetário de 26.51€/ v.km, 6.15€/ v.km e 4.09€/ v.km, consoante se trate de um veículo ligeiro e cujo motivo da viagem seja trabalho, comutação ou lazer.

O objectivo desta dissertação não era o estudo aprofundado de uma área de estudo, mas sim a elaboração de um guia de cálculo e avaliação dos “Custos e Benefícios para os utentes” relativo a investimentos em projectos rodoviários em Portugal, que possa ser útil na tomada de decisão sobre políticas de transportes, nomeadamente na definição de políticas de preços e na avaliação de investimentos em infra-estruturas rodoviárias.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Desde o início da década de 1990 tem-se vindo a assistir ao crescente interesse da UE em projectos que incluem nos seus objectivos o desenvolvimento de metodologias de avaliação dos custos e benefícios dos sistemas de transporte. Estes projectos focam especialmente a implementação e avaliação de políticas de preços das infra-estruturas, para as quais as componentes de cálculo dos custos e benefícios dos transportes, externos e internos, são essenciais.

Em 1995, a Comissão Europeia publicou o Livro Verde *Para uma formação correcta e eficiente dos preços dos transportes – opções de política para a internalização dos custos externos dos transportes na União Europeia*, que apresentou uma mudança na sua posição relativamente às políticas de preços dos transportes. O interesse prévio em criar regimes de concorrência justa no mercado europeu dos transportes transformou-se na preocupação em internalizar as externalidades dos transportes através de políticas de preços, sugerindo a utilização de custos marginais sociais como base das políticas de preço das infra-estruturas de transportes. Foi introduzido o princípio universal do “poluidor-pagador”, o qual foi ampliado e generalizado como princípio “utilizador-pagador”. No livro foram incluídas recomendações para a implementação de políticas de preços com maior rácio de recuperação de custos e mais transparência.

A UE financiou desde então uma série de projectos relacionados com as políticas de preços dos transportes, muitos enquadrados em Programas-Quadro de Investigação. Um destes projectos foi o PETS, que decorreu de 1996 a 1998 e veio introduzir conclusões importantes acerca das metodologias de cálculo de externalidades: prova que existem metodologias de cálculo dos custos sociais marginais para todos os modos, embora a atribuição de valor ainda estivesse revestida de alguma incerteza, invalidando o argumento de que os custos marginais dos transportes são não mensuráveis; conclui que no cálculo de custos de externalidades, o custo marginal é preferencial ao custo médio. O PETS foi discutido na CAPRI juntamente com projectos contemporâneos acerca dos preços dos transportes como o QUITTS e o TRENEN II.

Em 1995 foi publicado o projecto ExternE. Este projecto representa um marco crucial na história da avaliação de externalidades ambientais por ter introduzido a abordagem *IP*, uma abordagem de cálculo de custos ambientais que desde então tem sido a adoptada na maioria dos projectos de referência. Também na década de 1990 foram publicados estudos importantes na definição de metodologias de cálculo dos custos dos transportes: o ECT introduziu uma série de métodos de avaliação das externalidades das actividades do sector dos transportes, dando especial atenção à correcta monetarização dos impactes ambientais gerados pelos sistemas de transportes de modo a constituir uma ferramenta mais precisa e fiável para a integração dos objectivos da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável nas políticas.

De 1996 a 1999 foi desenvolvido o projecto EUNET, que representou um primeiro esforço na standardização a nível europeu das definições dos custos e benefícios dos transportes, das metodologias de cálculo e de alguns valores de referência para a Europa.

De 1998 a 1999 surge também o projecto FISCUS, que apresenta uma avaliação dos custos reais dos transportes, incluindo custos externos e internos, para uma cidade fictícia, demonstrando que o esquema de avaliação proposto tinha aplicabilidade.

O HLG-TIC foi reunido pela Comissão Europeia, com o objectivo de examinar quais as alterações às políticas de preços das infra-estruturas de transportes nos Estados-Membros que poderiam contribuir para a resolução dos problemas da falta de transparência e consistência das estratégias adoptadas, e do facto de grande parte dos custos dos transportes não serem internalizados pelos utilizadores. A 2 de Junho de 1998, o grupo publicou o seu primeiro relatório de conclusões e recomendações, delineando os princípios gerais de políticas de preços mais eficientes para o sector dos transportes, recomendando a consideração de custos relacionados com segurança e ambiente e outras externalidades.

Publicado em Julho de 1998 pela Comissão Europeia, o Livro Branco *Pagamento justo pela utilização das infra-estruturas: Uma abordagem gradual para um quadro comum de tarifação das infra-estruturas de transportes na União Europeia*, enunciou uma série de princípios para as políticas de preços, afirmando que a única abordagem de definição de preços que satisfazia a totalidade dos princípios definidos se baseia em custos marginais, tanto internos com externos. Afirma também que recorrendo aos custos marginais para a definição de preços, os Estados-Membros estariam a dar incentivos aos utilizadores para que ajustassem os seus comportamentos a nível de transportes de modo a reduzir os custos totais para a sociedade e maximizando o benefício próprio, e, conseqüentemente, optimizando o bem-estar económico e social. Deste modo, a proposta do Livro Branco foi no sentido de se chegar a um acordo ao nível europeu acerca das metodologias de cálculo dos custos marginais, entre 1998 e 2000, durante uma primeira fase do trabalho a realizar no sentido do cumprimento das suas recomendações.

Esta reafirmação da adopção pela Comissão Europeia dos custos marginais como base das políticas de preços dos transportes foi largamente criticada com os seguintes argumentos: a medição dos custos marginais é demasiado complexa, a equidade é ignorada, os efeitos dinâmicos (incluindo decisões e escolha de tecnologias) são também ignorados, assim como as questões institucionais e as distorções de preços e, finalmente, a implementação de uma política de preços baseada puramente em custos marginais envolve custos administrativos substanciais que nem sempre poderão justificar os benefícios que geram. Estas críticas e outras levaram à tomada de consciência da necessidade de se desenvolverem estudos mais profundos acerca das definições e metodologias de cálculo das categorias de custos e benefícios dos transportes como medida de refutar o primeiro argumento contra a adopção dos custos marginais e criar uma base teórica sólida para a sua aplicação.

O HLG-TIC foi convidado a reunir novamente em 1999 para considerar com maior detalhe a definição e estimação dos custos marginais dos transportes e daí surgiu o 2.º relatório final, para o qual foram escolhidos vários especialistas como consultores do grupo e produzidos 4 *papers* técnicos com estudos e indicações metodológicas para a definição e cálculo das categorias de custo: custos das infra-estruturas (Abril 1999), custos do congestionamento e escassez (Maio 1999), os custos ambientais (Maio 1999), custos de acidentes (Abril 1999). A 9 de Setembro de 1999, o grupo publicou o 2.º relatório final, cujas recomendações finais, além dos procedimentos metodológicos propostos, foram: os Estados-Membros devem adoptar definições comuns para os vários elementos dos custos dos transportes de cada modo, adoptar metodologias estandardizadas para a identificação e atribuição de valor aos impactes das várias externalidades (no caso de externalidades transnacionais, devem procurar-se consensos nos valores dos vários Estados-Membros envolvidos), preparar contas nacionais para os modos de transporte principais (com ênfase nas externalidades e na estimação de volumes de tráfego) e calcular os custos marginais para os modos principais com uma base conceptual comum para todos os Estados-Membros e modos. O grupo define como tarefa seguinte, cumpridas estas recomendações, o desenvolvimento de políticas de preços dos transportes que cumpram os objectivos da UE de melhorar a justiça e eficiência, aumentando a competitividade europeia e a sustentabilidade económica e ambiental do sistema de transportes. Relativamente à análise de investimentos em novas infra-estruturas de transportes, o grupo afirmou a importância de a decisão se basear numa análise dos custos e benefícios sociais totais, externos e internos.

De 2000 a 2002 foi desenvolvido o UNITE, grande trabalho de referência a nível europeu, na sequência do EUNET, de outros projectos terminados previamente e das recomendações do HLG-TIC. Foi financiado pela UE e enquadrado no 5.º Programa-Quadro de Investimento da Comissão Europeia. Por representar uma tão grande contribuição para a construção de um quadro comum europeu a nível da estandardização dos procedimentos de avaliação dos custos em projectos de transportes, o UNITE é um projecto importantíssimo nesta área. A abordagem pragmática adoptada para a criação de metodologias de cálculo de custos marginais, utilizando-se para cada categoria de custos combinações dos modelos de alocação de custos, econométricos e de engenharia, permitiu desenvolver métodos para todas as categorias. Um trabalho extenso de recolha de dados nacionais permitiu produzir contas-piloto para todos os países intervenientes no projecto. Uma das conclusões determinantes deste projecto foi a de que tanto as contas nacionais dos transportes como os custos marginais são necessários para uma formulação prática das políticas de preços dos transportes.

Em 2001 a Comissão Europeia publicou o Livro Branco *A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*, onde estão apresentadas medidas para lançar o processo conducente a um sistema de transportes sustentável, que se espera atingir na década de 2030. Uma das recomendações deste Livro Branco é a de aplicar tarifas que permitam a máxima internalização possível das externalidades dos transportes.

O mais recente projecto europeu neste domínio tem como tema os sistemas de avaliação de projectos de

transportes. Trata-se do projecto HEATCO, realizado entre 2004 e 2006. Este projecto desenvolve metodologias de avaliação de projectos com objectivos claros de eficiência económica, transparência e apoio à decisão, reforçando a necessidade da uniformização dos métodos a nível europeu e contando para isso com os *inputs* dos Estados-Membros da UE. Espera-se que as recomendações finais do HEATCO em matéria de avaliação de projectos de infra-estruturas de transportes se tornem uma referência a nível europeu.

Em Portugal, conforme já referiu no início, foi desenvolvido em 2006/2007 para a FCT, o projecto de investigação ESTRADA, à luz do qual esta dissertação surgiu.

A introdução da categoria nas metodologias de avaliação têm um carácter normativo contribuir para regular e uniformizar a avaliação de projectos de investimento rodoviário. Apresentou-se o que se encontra definido no caderno de encargos, onde se pode verificar que já existem algumas exigências pertinentes, no entanto, ainda são levadas a cabo, apesar de definidas como obrigatórias.

No que diz respeito ao contributo para uma conta nacional dos transportes, podem ser definidos 4 tipos de “contributos”:

- Definição de políticas fiscais e de preços - para além da importância da estimação dos níveis de custos directamente relacionados com a utilização das infraestruturas, (incluindo as externalidades, que não era objecto de estudo desta dissertação), importa deter informação que permita a alocação justa por tipo de utilizador;
- Planeamento estratégico e definição de orçamentos para o sector – para a comparação dos níveis de produtividade e avaliação de desempenhos é de crucial importância a informação sobre as estruturas de custos;
- Reforma institucional – para uma monitorização adequada dos processos de reforma institucional é importante avaliar o desempenho financeiro das entidades e o impacto da integração das externalidades nas políticas de preços;
- Regulamentação do sector – a tradução monetária dos custos externos (emissões de poluentes atmosféricos e ruído, acidentes e congestionamento) possibilita um aumento da eficácia na avaliação dos efeitos das políticas de transporte.

As dificuldades sentidas neste trabalho foram, principalmente a 3 níveis:



- **A nível de *inputs*:** insuficiência de dados, fontes dispersas, níveis de agregação ou desagregação diferentes do desejável para aplicação nas metodologias. A cultura de recolha de dados e monitorização está pouco generalizada nas instituições e empresas, pelo que é possível que os dados pretendidos não sejam recolhidos em Portugal;
- **A nível de metodologias:** insuficiência de rigor dos métodos existentes ou utilização de métodos pouco rigorosos por inexistência ou fraca qualidade dos *inputs*. As entidades que recolhem os dados muitas vezes não disponibilizam a informação ao público, exigem autorizações oficiais que implicam processos burocráticos morosos, ou fornecem apenas dados já sujeitos a pré-tratamentos que comprometem a sua utilização para a calibração ou aplicação dos modelos;
- **A nível de valores de referência:** inexistência ou rigor insuficiente dos valores de referência nacionais, rigor insuficiente dos procedimentos de transferência de valores de outros países para o caso português. São poucos os estudos nacionais relativos às categorias de custo em estudo, pelo que é possível ter de se recorrer à transferência de valores relativos a realidades diferentes. Finalmente, ainda em relação aos valores de referência, os estudos que os apuram nem sempre são suficientemente explícitos na caracterização da metodologia e da amostra para permitir uma adequada transferência dos valores para Portugal.

Em suma, pode-se dizer que existem alguns métodos de estimação desta categoria, mas que não existe ainda consenso sobre quais utilizar. A questão do congestionamento continua a ser controversa e não existe ainda consenso acerca dos métodos a utilizar.

Para Portugal, quer para o cálculo do tempo perdido, quer para o cálculo dos custos de operação de veículos, existem parâmetros já estimados/adaptados (projecto PETS D12).

Os métodos enunciados nesta dissertação correspondem aos mais adequados para avaliar esta categoria, no entanto o mais indicado varia de caso para caso, e principalmente encontra-se condicionado com os dados disponíveis.

Por fim, é de sublinhar a necessidade da existência de um documento normativo que funcione como guia de cálculo e avaliação de custos e benefícios, que contemple não só esta categoria "Custos e Benefícios para os utentes", como também:

- Custos das infraestruturas;
- Custo dos acidentes;
- Custos dos impactes ambientais;
- Custos sócio-económicos indirectos.

Tal iria permitir quantificar quais os custos e benefícios sociais de um projecto rodoviário, definir melhores políticas

de preços, e avaliar os investimentos de uma forma mais transparente e com maior equidade. Iria tornar os projectos comparáveis, uma vez que os seus custos e benefícios iriam ser quantificados numa base igual.

## 6. BIBLIOGRAFIA

**ASECAP:** *Website Association Européenne des Concessionnaires d'Autoroutes et d'Ouvrages à Péage.* Consultado em Janeiro de 2007, em <http://www.asecap.com/>

**Boardman et al. (2006):** Boardman, A.E.; Greenberg, D.H.; Vining, A.R., *Cost-Benefit Analysis, Concepts and Practice.* 3.ª edição. Prentice Hall, Pearson Education, New Jersey, 2006.

**BRISA:** *Website BRISA.* Consultado em Janeiro de 2007, em <http://www.brisa.com/>

**CE (2003):** Dings J.M.W., Sevenster M.N.S., Davidson M.D., *External and infrastructure costs of road and rail traffic – analyzing European Studies.* Delft, CE, 2003.

**COBA (2002):** United Kingdom Department for Transport, Highways Agency, *Design Manual for Roads and Bridges: Volume 13 - Economic Assessment of Road Schemes,* HRMSO, Londres, 2002.

**Decreto-Lei n.º 294/97,** de 24 de Outubro de 1997.

**ECT (2000):** INFRAS / IWW, *External Costs of Transport: Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe.* Zurich / Karlsruhe, Março 2000.

Disponível online em: [http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd\\_external/docs/externalcosts\\_en.pdf](http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd_external/docs/externalcosts_en.pdf)

**ECT (2004):** INFRAS / IWW, *External Costs of Transport: Update Study.* Zurich / Karlsruhe, Outubro 2004.

Disponível online em: [http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd\\_external/docs/externalcosts\\_en.pdf](http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd_external/docs/externalcosts_en.pdf)

**ESTRADA (2007):** Macário et al, *Estimação de custos e benefícios reais para a Avaliação económica de projectos de investimento rodoviário em Portugal, TIS.PT para a Fundação da ciência e Tecnologia, Portugal.*

**EUNET D9 (1998):** Nellthorp J., Mackie P., Bristow A., *Measurement and Valuation of the Impacts of Transport Initiatives,* EUNET (Socio-Economic and Spatial Impacts of Transport), Deliverable 9. Financiado pela Comissão Europeia. Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, 1998.

**FISCUS D2 (1998):** J. M., Jansson, K. Brunetti R., Rothengatter W., Maibach M., Oosterstroem T., Shoenbaeck W., Monigl J., ITS, *Report on Methodological Framework to Evaluate Real Transport Costs.* FISCUS (cost evaluation and Financing Schemes for Urban transport Systems) Deliverable 2, Bruxelas, 1998.

**FISCUS D3 (1999):** J. M., Jansson, K. Brunetti R., Rothengatter W., Maibach M., Oosterstroem T., Shoenbaeck

W., Monigl J., ITS, *Guide for the Evaluation of Real Transport Costs*, FISCUS (cost evaluation and Financing Schemes for Urban transport Systems) Deliverable 3, Bruxelas, 1999.

**GMCBA (2006):** *The New Programming Period 2007-2013: Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis*, DG-Política Regional, Comissão Europeia, 2006.

Disponível online em: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/2007/working/wd4\\_cost\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/2007/working/wd4_cost_en.pdf)

**HCM (2000):** *Highway Capacity Manual – HCM 2000*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

**HEATCO D1 (2005):** Odgaard T., Kelly C., Laird J., *Current practice in project appraisal in Europe*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 1. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. IER, Universidade de Estugarda, Estugarda, 2005.

Disponível online em: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/hd1final.pdf>

**HEATCO D1-A1 (2005):** Odgaard, T., Kelly, C., Laird, J. (ITS), *Country Reports*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Anexo ao Deliverable 1. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2005.

Disponível online em: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/hd1cr.zip>

**HEATCO D2 (2005):** Bickel P., Burgess A., Hunt. A., Laird J., Lieb C., Lindberg G., Odgaard T., *State-of-the-art in project assessment*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 2. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2005.

Disponível online em: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/hd2final.pdf>

**HEATCO D3 (2005):** Tavasszy L., Jonkhoff W., Burgess A., Rustenburg M., Hunt A., *Key Issues in the Development of Harmonised Guidelines for Project Assessment and Transport Costing*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 3. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2005.

Disponível online em: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/hd3final.pdf>

**HEATCO WS-Infra (2006):** Odgaard T., Pedersen K.S. *Infrastructure Costs*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Workshop de Março de 2006. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia, Bruxelas 2006.

Disponível online em: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/ws21400.pdf>

**HEATCO D4 (2006):** Navrud S., Trædal Y., Hunt A., Longo A., Greßmann A., Leon C., Espino R., Markovits-Somogyi R., Meszaros F., *Economic values for key impacts valued in the Stated Preference surveys*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 4. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2006.

Disponível *online* em: [http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO\\_D4.pdf](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D4.pdf)

**HEATCO D5 (2006):** Bickel P., Friederich R., Burgess A., Fagiani P., Hunt A., De Jong G., Laird J., Lieb C., Lindberg G., Mackie P., Navrud S., Odgaard T., Ricci A., Shires J., Tavasszy L., *Proposal for Harmonised Guidelines*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 5. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2006.

Disponível *online* em: [http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO\\_D5.pdf](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D5.pdf)

[http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO\\_D5\\_Annex.zip](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D5_Annex.zip)

**HEATCO D6 (2006):** *Case Study Results*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 6. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2006.

Disponível *online* em: [http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO\\_D6.pdf](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D6.pdf)

**HEATCO D7 (2006):** Bickel P., Arampatzis G., Burgess A., Esposito R., Fagiani P., Hunt A., Jonkhoff W., Kelly C., Laird J., Lieb C., Navrud S., Odgaard T., Ricci A., Rustenberg M., Sieber N., Tavassy L., Trædal Y., *Final Technical Report*, HEATCO (developing Harmonised European Approaches for Transport COsting and project assessment) Deliverable 7. Financiado pelo 6.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 2006.

Disponível *online* em: [http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO\\_D7\\_final.pdf](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D7_final.pdf)

**HLG-TIC (1999):** 2.º Relatório do HLG-TIC, *Estimating Transport Costs*, UE, 1999.

**HM Treasury (2003):** *The Green Book – Appraisal and evaluation in central government*. HM Treasury, T.S.O., Londres, 2003.

Disponível *online* em: <http://greenbook.treasury.gov.uk>

**Levinson e Karamalapati (2003):** Levinson D., Karamalapati R., *Predicting the Construction of New Highway Links* in Journal of Transportation Statistics, Volume 6, Número 2/3. Bureau of Transportation Statistics, U.S. Department of Transport, 2003.

Disponível *online* em:

[http://www.bts.gov/publications/journal\\_of\\_transportation\\_and\\_statistics/volume\\_06\\_number\\_23/html/paper\\_05/index.html](http://www.bts.gov/publications/journal_of_transportation_and_statistics/volume_06_number_23/html/paper_05/index.html)

**Livro Verde (1995):** *Para uma formação correcta e eficiente dos preços dos transportes – opções de política para a internalização dos custos externos dos transportes na União Europeia*, 1995.

**Livro Branco (1998):** *Pagamento justo pela utilização das infra-estruturas: Uma abordagem gradual para um quadro comum de tarifação das infra-estruturas de transportes na União Europeia*, 1998.

**Livro Branco (2001):** *A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*, 2001.

**MACB (2003):** *Manual de análise de custos e benefícios dos projectos de investimento*. Unidade responsável pela avaliação, DG Política Regional, Comissão Europeia. 2003.

Disponível online em: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_pt.pdf)

**Martins (2001):** Martins, P., *Metodologias para a quantificação e internalização dos custos externos no sector dos transportes*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Transportes pela Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2001.

**NCHRP (2001):** Forkenbrock D. J., Weisbrod G. E., *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects*. National Cooperative Highway Research Program Report 456. Financiado pela American Association of State Highway and Transportation Officials e pela Federal Highway Administration. National Academy Press, Washington D.C., 2001.

Disponível online em: [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_456-a.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_456-a.pdf)

**Ozbay et al. (2001):** Ozbay K., Bartin B., Berechman J., *Estimation and Evaluation of Full Marginal Costs of Highway Transportation in New Jersey* in Journal of Transportation Statistics, Volume 4, Número 1. Bureau of Transportation Statistics, U.S. Department of Transport, Abril 2001

Disponível online em:

[http://www.bts.gov/publications/journal\\_of\\_transportation\\_and\\_statistics/volume\\_04\\_number\\_01/paper\\_06/](http://www.bts.gov/publications/journal_of_transportation_and_statistics/volume_04_number_01/paper_06/)

**Paper UNITE (2003):** Macário, R. e Carmona, M., *As contas de transporte e a informação sobre custos marginais no contexto da definição de políticas para o sector dos transportes – o projecto de investigação UNITE*, 2003.

**PETS D7 (1998):** Christensen P., Beaumont H., Dunkerley C., Lindberg G., Otterström T., Gynther L., Rothengatter W., Doll C., *Internalisation of Externalities*, PETS (Pricing European Transport Systems), Deliverable 7. Financiado pelo 4.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 1998.

**PETS D12 (1999):** Viegas J., Macário R., Martins P., *Case Study: Lisbon, the Crossing of the River Tagus*, PETS (Pricing European Transport Systems), Deliverable 12. Financiada pelo 4.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. 1999.

**TAG 3.5.4 (2006):** Integrated Transport Economics and Appraisal Division, Department for Transport UK, *Cost Benefit Analysis*. Transport Analysis Guidance (TAG) Unit 3.5.4. 2006.

Disponível online em: [http://www.webtag.org.uk/webdocuments/3\\_Expert/5\\_Economy\\_Objective/pdf/3.5.4.pdf](http://www.webtag.org.uk/webdocuments/3_Expert/5_Economy_Objective/pdf/3.5.4.pdf)

**TAG 3.5.9 (2006):** Integrated Transport Economics and Appraisal Division, Department for Transport UK, *The Estimation and Treatment of Cost Schemes*. Transport Analysis Guidance (TAG) Unit 3.5.6. 2006.

Disponível online em: [http://www.webtag.org.uk/webdocuments/3\\_Expert/5\\_Economy\\_Objective/pdf/3.5.9.pdf](http://www.webtag.org.uk/webdocuments/3_Expert/5_Economy_Objective/pdf/3.5.9.pdf)

**TIS.PT (2001):** *A Aplicação de portagens nas infraestruturas rodoviárias: Parametrização e transição para um novo regime*, TIS.PT, 2001.

**UNITE D2 (2000):** Link H., Stewart L., Maibach M., Sansom T., Nellthorp J., *The Accounts Approach*, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 2. Financiada pelo 5.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. ITS, Universidade de Leeds, Leeds, 2000.

Disponível online em: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D2.pdf>

**UNITE D3-A5 (2000):** Doll C., *Marginal Cost Methodology for User Costs and Benefits*, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Interim Report 7.3. Financiada pelo 5.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. ITS, Universidade de Leeds, Leeds, 2000.

**UNITE D5-A3 (2000):** Nellthorp J., Sansom T., Bickel P., Doll C. and Lindberg G., *Valuation Conventions for UNITE*, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 5, Anexo 3. Financiada pelo 5.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. ITS, Universidade de Leeds, Leeds, 2000.

Disponível online em: [http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D5\\_Annex3.pdf](http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D5_Annex3.pdf)

**UNITE D12-A7 (2001):** Macário R., Carmona M., Caiado G., Martins P., Rodrigues A., Link H., Stewart L., Bickel P., Doll C., *The Pilot Accounts for Portugal*. UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 12, Anexo 7. Financiada pelo 5.º Programa-Quadro de Investigação da Comissão Europeia. ITS, Universidade de Leeds, Leeds, 2001.

Disponível online em: [http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D12\\_Annex7.doc](http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D12_Annex7.doc)

## 7. ANEXOS

As tabelas que se encontram abaixo apresentam valores de referência de acordo com as várias fontes consultadas.

Tabela 24 - Valores monetários para a categoria **Custos e Benefícios para os utentes - VDT**

Subcategoria	Fonte	Motivo viagem	Modo/Tipo	Valor (€ por veículo-hora)
VDT	IEP (Rodoviário) 2004	Negócio	TI	24.5
		Comutação		3.9
		Trabalho	HGV	8.7
		Trabalho	LGV	11.7

Fonte: HEATCO Country report – Portugal

Tabela 25 - Valores monetários (custo de factores) para a categoria **Custos e Benefícios para os utentes - Custos de operação de veículos**

Subcategoria	Fonte	Velocidade	VOCs €/100 km	VOCs €/100 km	VOCs €/100 km HGV
			TI	LGV	
Custos de operação de veículo	Valores reportados pelo IEP (Rodoviário) 2004	20	26.81	46.20	99.80
		30	24.69	41.47	89.76
		40	22.81	37.40	77.72
		50	21.83	34.59	73.42
		60	21.17	34.28	73.44
		70	21.24	34.57	74.53
		80	21.71	35.48	-
		90	22.51	37.34	-

Fonte: HEATCO Country report – Portugal

Tabela 26 – VDT proposto para Portugal, com correcções para custo de factores, para 1998 (UNITE D5-A3 pp. 8, 9 e 18)

Modo		Motivo da viagem	Valor do tempo €/n.hora
Transporte de passageiros	Carro / motociclo	Negócios ( <i>n = pessoa</i> )	15,06
		Comutação ( <i>n = pessoa</i> )	3,49
		Lazer ( <i>n = pessoa</i> )	2,33
	Coach (inter-urbano)	Negócios ( <i>n = pessoa</i> )	15,06
		Comutação ( <i>n = pessoa</i> )	3,49
		Lazer ( <i>n = pessoa</i> )	2,33
Autocarro / eléctrico (urbano)	Negócios ( <i>n = pessoa</i> )	15,06	
	Comutação ( <i>n = pessoa</i> )	3,49	



	Comboio (inter-urbano)	Lazer ( <i>n = pessoa</i> )	1,86
		Negócios ( <i>n = pessoa</i> )	15,06
		Comutação ( <i>n = pessoa</i> )	3,73
	Tráfego aéreo	Lazer ( <i>n = pessoa</i> )	2,74
		Negócios ( <i>n = pessoa</i> )	20,43
		Comutação ( <i>n = pessoa</i> )	5,82
Transporte de mercadorias	Rodoviário	LGV ( <i>n = veículo?</i> )	28,68
		HGV ( <i>n = veículo?</i> )	30,83
	Ferroviário	Por comboio ( <i>n = veículo?</i> )	519,83
		Por vagão ( <i>n = vagão?</i> )	21,51
		Média por tonelada ( <i>n = tonelada de mercadorias</i> )	0,54
	Navegação fluvial	Por barco ( <i>n = barco?</i> )	143,40
		Média por tonelada ( <i>n = tonelada de mercadorias</i> )	0,13
	Navegação marítima	Por barco ( <i>n = barco?</i> )	143,40
		Média por tonelada ( <i>n = tonelada de mercadorias</i> )	0,13
	Transporte aéreo	Média por tonelada ( <i>n = tonelada de mercadorias</i> )	2,87

Fonte: Adaptação de UNITE D5-A3 pp. 8, 9 e 18

## Valor do Tempo

Tabela 27 – Custos unitários para o valor do tempo de acordo com alguns estudos/projetos de referência.

Fonte	Fonte do "valor ref"	Data do "valor ref."	País	Unidade	Tipo de preço	Motivo da viagem	Modo/tipo	Valor (u.m./hora)
PETS	Eva-Manual	1991	Portugal	€/passageiro.hora			Automóvel	8,864 <sup>a</sup>
							LGV	15
							HGV	37
HEATCO	Extensão do metro de Lisboa	1994	Portugal	ecu por minuto			Automóvel	0,075
							Transporte Público	0,025
ECT	ECT	1995	Portugal	€		Passageiro		13,79
						Mercadoria		11,91
HEATCO	EUNET	1996	Portugal	ecu por veic-hora			Automóvel	10,5
							Comutação	6,2
							Outro	7,1
							Trabalho	8
UNITE	UNITE	1998	Portugal	€/pessoa.hora	Custo de factores		Negócios	15,06
							Comutação	3,49
							Lazer	2,33
							LGV	28,68
							HGV	30,83
HEATCO	IEP	2004	Portugal	ecu por veic-hora			Negócio	24,5
							Comutação	3,9
							Trabalho	8,7
							Trabalho	11,7

<sup>a</sup>-Neste estudo supõe-se uma taxa de ocupação de 1,4 para um automóvel ligeiro, e de 1 para os de mercadorias, o que implica que o custo do valor do tempo total seja de 12,4€/hora para o estudo do Eva Manual em Pels.

### Estimação dos custos do congestionamento em DIW et al. (1998)

DIW et al. (1998) incluem Portugal no grupo de países sem metodologias próprias nem prática corrente de recolha periódica de dados que permitam calcular os custos de congestionamento. Os cálculos realizados no estudo do DIW, uma vez que são baseados sempre em valores transferidos de outros países, não representam “fielmente” a realidade portuguesa, pelo que apresenta os resultados do seu estudo em relação a Portugal com bastante reserva.

As tabelas que se apresentam abaixo, encontram-se apresentadas no estudo do DIW e tal., e representam, o valor do tempo e o congestionamento na rede, respectivamente, para Portugal.

Tabela 28 – Valor do tempo para Portugal em 1994.

	<b>Ecu por hora e veículo</b>
<b>Veículos ligeiros de passageiros</b>	4,27
<b>Veículos de mercadorias</b>	5,24
Taxa de ocupação=1,58	
Fonte: Valores ingleses transferidos através do rendimento médio, ajustado à inflação	

Fonte: DIW 1998 Anexo A p.145

Tabela 29 – Congestionamento na rede principal.

<b>Duração dos “engarramentos” diários</b>	<b>0horas</b>	<b>1hora</b>	<b>2horas</b>	<b>3horas</b>	<b>4horas</b>
<b>% da rede principal</b>	94,4%	0%	0%	0%	5,1%
Fonte: Estimado através do estudo ECIS1997: <i>Bottlenecks in European Infrastructure</i> com o auxílio de modelos de simulação congestionamento na rede principal de países diferentes					

Fonte: DIW 1998 Anexo A p.151

Em função dos valores obtidos, obtém-se os custos totais que constam na tabela abaixo:

Tabela 30 – Custos totais de congestionamento para Portugal em 1995 a preços de 1995 para a rede nacional

	<b>Ecu km</b>
<b>Veículos pesados de mercadorias</b>	27
<b>Veículos ligeiros de passageiros, mercadorias, etc</b>	176
<b>Total</b>	203
Fonte: ECIS 1997, INFRAS	

Fonte: DIW 1998 Anexo A p.152

### Estimação do VDT em PETS

Para os VDT utilizaram-se os valores referência definidos no PETS D7 e ainda valores obtidos através dos modelos *Logit* utilizando inquéritos SP para as viagens de atravessamento.

Os VDT considerados para Portugal são os seguintes:

- Veículo de passageiros motivo *working time*: 5,54 ecu/h;
- Veículos de passageiros motivo *non working time*: 25% do *working time* =  $5,54 * 25\% = 1,4$  ecu/h
- Veículos de mercadorias LGV=37 ecu/h (média europeia); sendo que para Portugal se considera 15 ecu/h

Veículos de mercadorias HGV=41ecu/h (média europeia)

### Estimação do VDT em UNITE D12 A7

De acordo com o UNITE, o VDT para Portugal é de 22,59€ para viagens cujo motivo é trabalho, e 5,24€ para motivo comutação e privado, e 3,49€ para motivo lazer. A taxa de ocupação de veículos é de 1,23 para viagens cujo motivo é trabalho, 1,20 para motivo comutação e privado e 1,55 para o motivo lazer.

Tabela 31 – Valores do tempo e taxa média de ocupação

	Taxa ocupação veículo	VDT (euros/v.km)
Motivo trabalho	1,23	22,59
Motivo comutação e privado	1,20	5,24
Motivo lazer	1,55	3,49

Fonte: Adaptação de UNITE D12 A7

### Estimação dos custos do congestionamento em UNITE D12-A7

No UNITE D12 A7 os custos do congestionamento foram calculados através do modelo de tráfego INDIVIÚ, e encontram-se discriminados nas tabelas abaixo, para os veículos de passageiros e de mercadorias:

Tabela 32 – Inputs e custos unitários para o transporte rodoviário de passageiros (1998)

	Velocidade média (kph)		Volume de tráfego (milhões vkm)		(% de congestionamento)
	Normal	Congestionada	Total	Congestionada	
Lisboa			10 375	117.726	1.14
Auto-estradas	120	20	718	9.029	1.26
IP/IC	90	20	2 888	36.316	1.26
Estradas nacionais	75	20	2 242	10.201	0.46

Estradas municipais	40	10	4 527	62.180	1.37
Porto			7 720	13.646	0.18
Auto-estradas	120	20	534	1.656	0.31
IP/IC	90	20	2 537	7.861	0.31
Estradas nacionais	75	20	1 281	0.465	0.04
Estradas municipais	40	10	3 369	3.665	0.11

Fonte: INDIVIU traffic model; CESUR/ITEP/LNEC, 2000 em UNITE D12 A7

Tabela 33 – Inputs e custos unitários para o transporte rodoviário de mercadorias (1998)

	Velocidade média (kph)		(% de congestionamento)	
	Normal	Congestionada	Lisboa	Porto
<b>LGV</b>				
Auto-estradas	100	20	1.26	0.31
IP/IC	80	20	1.26	0.31
Estradas nacionais	60	20	0.46	0.04
Estradas municipais	25	10	1.37	0.11
<b>HGV</b>				
Auto-estradas	100	20	1.26	0.31
IP/IC	80	20	1.26	0.31
Estradas nacionais	60	20	0.46	0.04
Estradas municipais	25	10	1.37	0.11

Fonte: TIS em UNITE D12 A7 p.31

Os valores para os custos médios e totais dos atrasos para o transporte rodoviário de passageiros e de mercadorias encontram-se nas tabelas seguintes:

Tabela 34 – Custos médios e totais dos atrasos para o transporte individual de passageiros em Portugal<sup>1)</sup> 1998

<b>Transporte individual<sup>2)</sup></b>	<b>Custo total do atraso adicional – € milhões –</b>	<b>Custo total do atraso adicional – €/veículo km –</b>
Auto-estradas	11.723 570	0.00936
Estradas principais	17.574 521	0.00324
Estradas nacionais	4.305 937	0.00122
Estradas municipais	53.095 670	0.00672
<sup>1)</sup> Apenas para as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto. <sup>2)</sup> Automóveis.		

Fonte: TIS em UNITE D12 A7 p.104

Tabela 35 - Custos médios e totais dos atrasos para o transporte de mercadorias em Portugal 1998

<b>Transporte de mercadorias</b>	<b>Custo total do atraso adicional – € milhões –</b>	<b>Custo total do atraso adicional – €/veículo km –</b>
<b>LGV</b>		
Auto-estradas	3.948 630	0.01103
Estradas principais	5.275 544	0.01047
Estradas nacionais	1.205 571	0.00383
Estradas municipais	14.957 277	0.02070
<b>HGV</b>		
Auto-estradas	0.330 777	0.01315
Estradas principais	2.090 418	0.01255
Estradas nacionais	0.504 717	0.00467
Estradas municipais	6.227 795	0.02571
<sup>1)</sup> Apenas para as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto.		

Fonte: TIS em UNITE D12 A7 p.104

## Descrição do software VISUM

O VISUM consiste numa ferramenta de análise que permite: simular os caminhos escolhidos pelos viajantes e realizar a afectação de tráfego rodoviário na rede viária; adoptar a metodologia a empregar no processo de afectação, em função do objectivo de análise (equilíbrio, incremental, estocástica e tudo ou nada); estudar detalhadamente as intersecções segundo uma perspectiva de análise e/ou planeamento; considerar os atrasos provocados pelo congestionamento (troço da via e intersecções) na escolha de caminhos.

O esquema abaixo, representa a metodologia do VISUM.

Figura 17 – Metodologia do VISUM

