

# ESTIMAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS REAIS PARA A AVALIAÇÃO ECONÓMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTO RODOVIÁRIO

**Rosário Macário**

CESUR – Instituto Superior Técnico  
TIS.PT, Transportes, Inovação e Sistemas s.a.  
Lisboa, Portugal

**Fernando Crespo**

**Maria João Rodrigues**

TIS.PT, Transportes, Inovação e Sistemas s.a.  
Lisboa, Portugal

## RESUMO

*O projecto ESTRADA – Estimação de Custos e Benefícios Reais para a Avaliação Económica de Projectos de Investimento Rodoviário em Portugal, financiado pela Fundação de Ciência e Tecnologia em Portugal, foi dedicado ao desenvolvimento de um 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. Foram analisados e avaliados todos os projectos de investigação realizados para a Comissão Europeia, boa parte dos quais com participação directa do primeiro autor, e consideradas as limitações impostas pelos dados disponíveis em Portugal (tipo de variáveis, nível de desagregação, etc.) para a formulação e especificação dos modelos de custos e benefícios de forma a permitir a utilização futura daquelas ferramentas.*

## ABSTRACT

*The project ESTRADA – Estimation of Real Costs and Benefits for the Economic Evaluation of Road Investment Projects in Portugal, funded by the Portuguese Science and Technology Foundation, was dedicated to the development of an integrated set of cost benefits models related to road transport activity, ready to be used in decision making processes about infra-structure investments and in the definition and application of pricing policies. All related research projects developed for the European Commission, a good part of which has had the direct contribution of the first author, were analyzed and assessed against the limitations caused by the available data (i.e.type of variables, level of aggregation, etc.) for the formulation and specification of the cost benefit models so that these instruments could be of future use.*

## 1. INTRODUÇÃO

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.

Verifica-se a subsistência de um conjunto de barreiras que impedem que estes avanços científicos possam traduzir-se em melhorias na prática diária da comunidade que trabalha na avaliação económica de projectos de transportes, designadamente:

- A existência de uma variabilidade e de um grau de incerteza significativo em muitas das estimativas produzidas. Embora estas limitações sejam reconhecidas nos próprios trabalhos científicos, é frequente as estimativas de custos e benefícios reais de transportes serem apresentadas sem uma adequada discussão sobre as suas condições de variabilidade;
- A referenciação dos resultados dos estudos sobre custos de transporte a determinados contextos específicos, como por exemplo condições climáticas, características da infra-estrutura de transporte, características dos veículos que utilizam a infra-estrutura

ou composição dos volumes de tráfego (traffic-mix). Muitos estudos fornecem detalhes insuficientes sobre os pressupostos e metodologias de análise, não permitindo que os leitores, noutros contextos, possam compreender como as estimativas dos custos de transporte foram obtidas e em que medida os resultados podem ser adaptados a diferentes situações locais; e

- A diversidade das condições de acesso / disponibilização de informação de base, o que tem como consequência a impossibilidade de utilizar determinadas especificações ou funções de custo por não existirem os dados necessários ou por estes não contarem com o devido nível de desagregação e detalhe.

O projecto ESTRADA pretende fornecer respostas válidas a estas questões de forma a maximizar as oportunidades para a transferência e adaptação para o contexto português dos resultados obtidos em projectos internacionais na área da estimação de custos e benefícios associados ao transporte rodoviário. Os principais objetivos do projeto ESTRADA foram:

- Proporcionar uma revisão pormenorizada do estado da arte em modelos de estimação de custos e benefícios para projectos de infra-estruturas rodoviárias, incluindo custos de construção, custos de operação de veículos, custos de acidentes, e custos ambientais;
- Realizar um inventário de dados (e respectivas fontes) necessários para o uso desses modelos;
- 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
- 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.

## **2. ENQUADRAMENTO**

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

componente de cálculo dos custos e benefícios dos transportes, externos e internos, é essencial.

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 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, otimizando 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 políticas 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 standardização 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, económicos 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.

### 3. CATEGORIAS DE CUSTO E BENEFÍCIO CONSIDERADAS NA AVALIAÇÃO DE PROJECTOS RODOVIÁRIOS

A definição das categorias de custos e benefícios a adoptar para o caso português no projecto ESTRADA são as que se apresentam de forma sintética na Tabela 1.

Tabela 1- Categorias e subcategorias de custo-benefício definidas para o projecto ESTRADA

<b>Categoria</b>	<b>Subcategorias</b>
<b>Custos da infra-estruturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos directos da construção:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- investimento inicial;</li> <li>- manutenção, operação e administração</li> </ul> </li> <li>• Custo indirectos da construção:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- custos da perturbação devido aos trabalhos da construção;</li> <li>- alterações nos custos das infra-estruturas da rede existente;</li> </ul> </li> <li>• Valor residual da infra-estrutura; e</li> <li>• Consideração da subestimação dos custos directos de construção.</li> </ul>
<b>Custos e benefícios para os utentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos de operação dos veículos;</li> <li>• Custos de congestionamento e atrasos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo perdido;</li> <li>- Valor do tempo; e</li> </ul> </li> <li>• Portagens ou taxas pelo uso da infra-estrutura.</li> </ul>
<b>Custos de acidentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos económicos directos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos médicos;</li> <li>- Custo dos danos materiais; e</li> <li>- Custos administrativos e assistência no local do acidente.</li> </ul> </li> <li>• Custos económicos indirectos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo da perda de produção (liquida);</li> </ul> </li> <li>• Valor da vida(VDV).</li> </ul>
<b>Custos de impactes ambientais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruído;</li> <li>• Poluição atmosférica;</li> <li>• Aquecimento global; e</li> <li>• Outros efeitos ambientais.</li> </ul>
<b>Efeitos socioeconómicos indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeitos sobre o emprego;</li> <li>• Benefícios económicos dos efeitos de aglomeração;</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Benefícios económicos do aumento da concorrência;</li><li>• Benefícios económicos do aumento da produção; e</li><li>• Benefícios económicos do aumento da mão-de-obra disponível.</li></ul> |
|--|---|

Fonte própria

#### **4. MODELAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS EM AVALIAÇÃO DE PROJECTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO**

Foi realizada no âmbito do projeto ESTRADA uma análise dos principais estudos internacionais e de diversos estudos adicionais, em matéria de estimação de custos e benefícios de projectos de infra-estruturas rodoviárias, apresentando-se para cada categoria as abordagens adoptadas e as metodologias de cálculo e valores de referência propostos em projectos e/ou estudos específicos, bem como as principais recomendações dos estudos, salientando as contribuições para os trabalhos a desenvolvidos no ESTRADA.

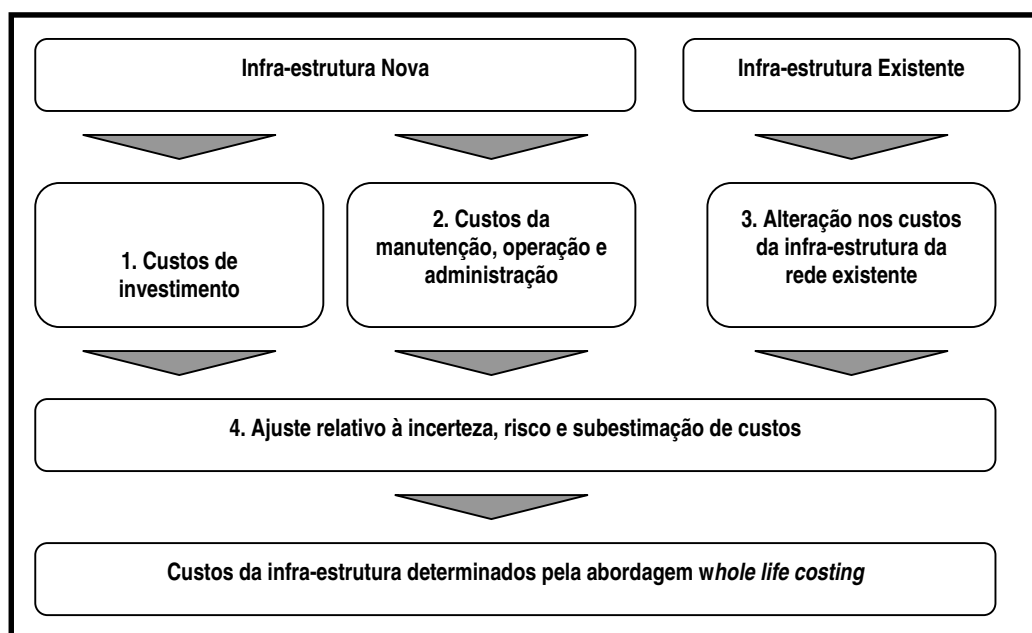
##### **4.1 Custos das infra-estruturas**

É hoje geralmente aceite que a avaliação de estruturas de engenharia civil deve ser realizada ao longo do seu ciclo de vida e não apenas considerando os seus custos iniciais de implementação. PIARC-WLC define whole life cost ou custo de ciclo de vida de um bem como o custo total de o operar ao longo da sua vida, incluindo o custo inicial incorrido para fornecer esse bem e os custos de o utilizar ao longo do seu ciclo de vida. Estes custos podem ser incorridos pela entidade responsável por esse bem, pelos seus utilizadores e por outros indivíduos e entidades influenciados pela sua existência.

Na avaliação de custos das infra-estruturas rodoviárias de acordo com uma abordagem de ciclo de vida incluem-se como itens a considerar na análise custo-benefício custos que ocorrerão em diferentes fases da vida da infra-estrutura, o que permite aos avaliadores realizar uma comparação correcta entre alternativas, ter uma melhor consciência dos custos totais envolvidos num projecto e realizar um planeamento melhor. Incluem-se ainda neste tipo de avaliação considerações acerca das alterações dos custos das infra-estruturas da rede previamente existente.

Esta abordagem de custo de ciclo de vida é a recomendada por instituições como a PIARC, o Banco Mundial e o Transport Research Laboratory inglês para a avaliação de infra-estruturas rodoviárias e o projecto HEATCO recomenda-a como abordagem global de cálculo de custos das infra-estruturas, apresentando uma aplicação da abordagem à categoria de custos que se pode observar, de modo esquemático, no diagrama da figura 1.

Figura 1 – Abordagem *whole life costing* para os custos das infra-estruturas



Fonte: Adaptação de HEATCO D5, p. 120, fig. 7.1

Nesta categoria de custos, as questões de formulação teórica mais complexa são a do cálculo dos custos da manutenção (em especial no que se refere à definição da forma da função de custo) e a da alteração nos custos da infra-estrutura da rede existente. Relativamente à segunda, não foi possível identificar metodologias gerais de estimação destes custos nas práticas e projectos recentes de referência; refira-se apenas que estas alterações de custos estão relacionadas com efeitos sobre a rede de transportes existente cujos impactes a nível de custos e benefícios são relevantes na análise dos projectos.

As metodologias que são adoptadas na literatura internacional para cada subcategoria de custo definida para os custos das infra-estruturas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Metodologias de cálculo de custos da infra-estrutura

Subcategoria de custo ou benefício	Metodologia de cálculo	Melhores práticas
Investimento inicial	Orçamentos de engenharia ou estimativas de cálculo, dependendo da fase em que se encontra o projecto Normas de contabilização na análise custo-benefício	Normas de contabilização de custos de investimento
Manutenção, operação e administração	Ajustar uma função <i>translog</i> (abordagem econométrica) Ajustar uma função de engenharia Ajustar uma função simples (regressão linear simples ou múltipla) Calibrar um algoritmo como o HDM ou o QUADRO Abordagem de custos médios ( <i>defaults</i> nacionais ou extrapolações da conta nacional dos transportes)	Abordagem de custos médios ( <i>defaults</i> nacionais ou extrapolações da conta nacional dos transportes)
Perturbação devida aos trabalhos de construção	Algoritmo QUADRO	Questão ainda em desenvolvimento
Alterações nos custos das infra-estruturas da rede existente	N/A	Questão ainda em desenvolvimento
Valor residual da	Depreciação do valor de investimento e reinvestimentos	Depreciação do valor de

infra-estrutura		investimento e reinvestimentos
Consideração do <i>optimism bias</i>	Correcção dos custos através do grau de confiança pretendido para a estimativa de custos, por classe de referência de projectos (Flyvbjerg & COWI, 2004) Valores médios de correcção da estimativa para incorporar o <i>optimism bias</i> , por classe de referência do projecto (MacDonald, 2002, TAG 3.5.9., 2006, HEATCO D5, 2006)	Valores médios de correcção da estimativa para incorporar o <i>optimism bias</i> , por classe de referência

Fonte: Produção própria

## 4.2 Custos e benefícios para os utentes

Na avaliação de projectos de investimento em infra-estruturas rodoviárias, esta categoria apresenta dois itens muito relevantes para a avaliação, o valor do tempo de viagem e os custos de operação de veículos. A inclusão desta categoria reflecte a importância crescente que é dada à redução do tempo de viagem e aos custos de operação de veículos.

Os custos e benefícios para os utentes encontram-se definidos no primeiro relatório do projecto ESTRADA e encontram-se divididos em três subcategorias, cujas metodologias de cálculo estão resumidas na tabela, e desenvolvidas nos relatórios 2 e 4 do projeto:

- Custos de congestionamento e atrasos, incluindo as componentes de custo:
  - Tempo perdido;
  - Valor do ganho de tempo;
- Portagens ou taxas pelo uso da infra-estrutura;
- Custos de operação de veículos, incluindo as componentes de custos :
  - Custos relacionados com o consumo de combustível;
  - Custos relacionados com a utilização do veículo.

Tabela 3 – Metodologias de cálculo de custos e benefícios para os utentes

Subcategoria de custo ou benefício	Metodologia de cálculo	Melhores práticas
Custos de congestionamento e atrasos	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, ou então com as condições de fluxo reais  Valor do tempo calculado desagregado por tipo de viagem	
Custos de operação de veículos	Adaptação e calibração das fórmulas do HCM e do manual COBA	
Portagens ou taxas pelo uso de infra-estruturas	Legislação portuguesa	Política de preços marginais

## 4.3 Custos dos acidentes

Na avaliação de custos e benefícios de investimentos em infra-estruturas rodoviárias, a inclusão da categoria dos acidentes reflecte a importância dada às reduções (decorrentes do investimento) no número de acidentes e mortos, normalmente associadas à adopção de padrões de segurança mais elevados no dimensionamento da nova estrutura. No entanto, estes investimentos podem induzir aumentos de tráfego nos percursos que servem, o que potencia a ocorrência de mais acidentes do que na situação sem investimento. Assim, o balanço em



termos de custo de acidentes não é conhecido à partida e depende fortemente dos resultados da aplicação das ferramentas de previsão de tráfego e de acidentes.

Para este tipo de custos está definida uma metodologia simples: para cada nível de gravidade, multiplicar o número de acidentes pelo custo unitário de um acidente. Assim, as questões metodológicas associadas a esta categoria de custos prendem-se com a previsão de acidentes e com o apuramento de custos unitários. Em relação à previsão do número de acidentes, há uma questão relativamente complexa: a elasticidade do risco de acidente em relação a tráfego, velocidade, hora do dia e outros factores como as condições climáticas. Isto não será considerado no ESTRADA pois a prática de cálculo destes custos não incorpora a questão da elasticidade do risco. Ainda em relação à previsão dos acidentes, é geralmente aceite que existem acidentes que não são participados às autoridades e que devem ser contabilizados na análise custo benefício dos projectos rodoviários através da aplicação de taxas de não-participação de acidentes sobre os números previstos. Os custos unitários dos acidentes podem ser divididos em:

- Custos económicos directos:
  - Custos médicos
  - Custo dos danos materiais
  - Custos administrativos e de assistência no local do acidente
- Custos económicos indirectos:
  - Custo da perda de produção (líquida)
- Valor da vida (VDV)

Tabela 4 – Metodologias de cálculo de custos de acidentes

Subcategoria de custo ou benefício	Metodologia de cálculo	Melhores práticas
Previsão de acidentes	Modelos baseados na classificação funcional da via Modelos baseados em parâmetros de tráfego Modelos baseados em parâmetros geométricos da via Modelos baseados em parâmetros de qualidade do pavimento Tendências históricas Desagregação dos acidentes por nível de gravidade por analogia com séries históricas	Modelos que incorporem o tipo de infra-estrutura, a velocidade, o volume de tráfego e a composição do tráfego como factores de previsão do número de acidentes  Desagregação dos acidentes por nível de gravidade por analogia com séries históricas, dependendo do tipo de infra-estrutura
Custos unitários	Apuramento de custos médios com base em informação das entidades relevantes Valor da vida estimado a partir de estudos de DPP e DPA.	Apuramento de custos médios com base em informação das entidades relevantes  Valor da vida estimado a partir de estudos de DPP nacionais.

Fonte: Produção própria

#### 4.4 Custos ambientais

Na avaliação de custos e benefícios de investimentos em infra-estruturas rodoviárias, esta categoria tem vindo a ser cada vez mais contabilizada nos estudos existentes, pelos graves impactes que origina. Os custos dos impactes ambientais estão definidos no primeiro relatório do projecto ESTRADA, e podem agrupar-se em quatro categorias:

- Custos do ruído, incluindo os custos :
  - Custos relacionados com a saúde, relacionados com a exposição de longo prazo ao ruído, sobretudo stress relacionado com a saúde, como por exemplo, hipertensão e

- enfarte do miocárdio;
- Custos relacionados com o incómodo provocado pelo ruído, ou seja, reflecte o distúrbio (perda de bem-estar) a que um indivíduo é sujeito quando exposto ao ruído do tráfego;
- Custos da poluição atmosférica, incluindo os custos dos principais impactes:
  - Impactes sobre a saúde (risco de doença e morte);
  - Impactes sobre o ambiente (vegetação/ ecossistemas, património/edifícios, etc.);
- Custo do Aquecimento Global, em que as alterações climáticas são causadas pelos gases responsáveis pelo efeito de estufa (GEE);

Tabela 5 – Metodologias de cálculo de custos ambientais

Subcategoria de custo ou benefício	Metodologia de cálculo	Melhores práticas
Ruído	Abordagem do Custo do Dano ( <i>Damage Function Approach -DFA</i> ); Técnicas de estimação (PH vs AC/CE); e Técnicas de Transferência de benefício. Abordagem de custos médios dos estudos mencionados e transferidos para outros países	<i>Impact Pathway</i> aplicado ao ruído Funções dose-efeito para estimar os impactos na saúde e no bem estar DPP para estimar o valor económico do ruído
Poluição atmosférica	<i>Impact Pathway</i> aplicado à poluição atmosférica Abordagem de custos médios dos estudos mencionados e transferidos para outros países	<i>Impact Pathway</i> à poluição atmosférica Funções dose-efeito para estimar os impactos na saúde
Aquecimento global	Preço sombra da ton CO <sub>2</sub> calculado com abordagem de custo do dano Preço sombra da ton CO <sub>2</sub> calculado com abordagem de custo de evitar Preço sombra da ton CO <sub>2</sub> calculado com abordagem de DPP	Preço sombra da ton CO <sub>2</sub> calculado com abordagem mista (custo do dano e de evitar)

Fonte: Produção própria

## 5. CONCLUSÕES SOBRE A APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS AO CASO PORTUGUÊS.<sup>1</sup>

### 5.1 Recomendações sobre métodos

A análise das metodologias e práticas nacionais de estimação de custos e benefícios das infra-estruturas rodoviárias realizada pelo ESTRADA, juntamente com o prévio levantamento da disponibilidade de dados e de metodologias internacionais, permitiu seleccionar um conjunto de métodos e valores a adoptar como melhor prática na avaliação de projectos rodoviários em Portugal, tanto com base em estudos nacionais como através de transferências de valores e metodologias internacionais, e indicar as áreas em que há maior necessidade de desenvolvimento metodológico e actualização. Esta avaliação está resumida no anexo 1.

### 5.1 Recomendações sobre processos e procedimentos

Num país sem directivas sobre avaliação de projectos e valores de referência assumidos a nível nacional para custos como o ruído e o valor do tempo, seria necessário ser bastante mais detalhado nos cadernos de encargos dos estudos económicos de estradas, dado que não é válido comparar estradas cujos estudos económicos tenham adoptado metodologias e valores de referência distintos, provocando um enfiamento na competição pelo financiamento de projectos. O ideal seria que houvesse um manual oficial de avaliação de projectos para o

<sup>1</sup> O produto final do projecto ESTRADA é constituído por 6 relatórios, cujo conteúdo é impossível sintetizar na dimensão permitida deste artigo científico, de acordo com as regras de publicação da ANPET

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.

Acresce ainda que a complexidade da informação e da previsão requerida para custos relacionados com as infra-estruturas, em especial no que diz respeito a custos indirectos da construção (perturbação devida à construção e alteração de custos da infra-estrutura da rede existente), é muito elevada, sobretudo quando consideramos que o estado da arte sobre este tipo de efeitos é ainda muito pouco desenvolvido. Este facto leva a crer que os estudos económicos realizados segundo estas directivas ou não seguem escrupulosamente as indicações dos cadernos de encargos (i.e., não contabilizam a categoria) ou adoptam métodos não estabelecidos e pouco testados para obter estes custos. Assim, o projecto ESTRADA recomenda que, até se estabilizarem metodologias ou valores médios de cálculo deste tipo de custos a nível nacional, não se incluam estas categorias como obrigatórias nos caderno de encargos.

Inversamente, embora existam metodologias estabelecidas e valores de referência para monetizar custos ambientais como o ruído e a poluição atmosférica, estes não são incluídos nos custos a quantificar, mas sim como custos não monetizáveis a apreciar qualitativamente. O ESTRADA recomenda que se revejam estas recomendações dos cadernos de encargos no sentido de pedir a quantificação dos custos ambientais (ruído, poluição atmosférica, aquecimento global) com recurso às metodologias consideradas *best practice* nacional e aos valores de referência mais adequados.

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. O ESTRADA recomenda que se revejam estas indicações no sentido de as aproximar das de 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 HEATCO D5 recomende que se testem apenas dois cenários (*do-something* contra *do-minimum*), o ESTRADA não critica a exigência dos cadernos de encargos, segundo a qual 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 europeias (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 HEATCO D5, horizontes tão curtos não

permitem a captação de todos os custos e benefícios associados ao projecto. O ESTRADA 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. Visto que não há recomendações oficiais nacionais relativas a perfis de depreciação da taxa de desconto para horizontes muito longos por questões inter-geracionais e que a recomendação de HEATCO D5 é que não se adoptem taxas de desconto de outros países, o ESTRADA recomenda que se considere esta questão apenas de um modo qualitativo e que se adopte uma taxa de desconto constante ao longo do período de avaliação.

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 ESTRADA seguirá as recomendações de HEATCO D5 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 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 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.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- MACÁRIO R., et al., 2007, *Estimação de Custos e Benefícios Reais para a Avaliação Económica de Projectos de Investimento Rodoviário em Portugal*, TIS.pt para a Fundação de Ciência e Tecnologia, Portugal
- 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 (2001a): Metodologias para a quantificação e internalização dos custos externos no sector dos transportes, dissertação de mestrado de Paulo Martins, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2001.
- MARTINS (2001b): *Externalidades e custos externos. Alguns conceitos quanto à sua avaliação e internalização* no sector dos transportes, Paulo Martins; Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Lisboa.
- 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)

TIS.PT (2001): Proposta de doutrina para a aplicação de portagens em infra-estruturas rodoviárias. Estudo realizado pela TIS.PT para a E.P. Lisboa, 2001.

Endereço dos autores:

Rosário Macário (rosariomacario@civil.ist.utl.pt)

Fernando Crespo ([FERNANDO.CRESPO@TIS.PT](mailto:FERNANDO.CRESPO@TIS.PT))

Maria João Rodrigues ([MARIA.RODRIGUES@TIS.PT](mailto:MARIA.RODRIGUES@TIS.PT))

## ANEXO 1

Resultados da avaliação das práticas e projectos nacionais – necessidades de transferência, actualização e desenvolvimento

Custos das infra-estruturas				
Subcategoria de custo ou benefício	Melhores práticas e valores nacionais	Actualização	Transferência	Desenvolvimento
Investimento inicial	Sem directivas de contabilização	-	Adopção das directivas de contabilização de HEATCO D5	-
Manutenção, operação e administração	Custos médios por tipo de veículo e de estrada de UNITE D12-A7	Actualização dos custos médios	-	Definição de <i>defaults</i> nacionais para custos de manutenção
Perturbação devida aos trabalhos de construção	Pedido nos cadernos de encargos da E.P., mas sem metodologia nacional	-	-	Desenvolvimento de metodologias de programação de trabalhos de manutenção e cálculo de custos adicionais
Alterações nos custos das infra-estruturas da rede existente	Pedido nos cadernos de encargos da E.P., mas sem metodologia nacional	-	-	-
Valor residual da infra-estrutura	Depende do contrato	-	-	Definição de directivas de estimação do valor residual de acordo com os contextos contratuais
Consideração do <i>optimism bias</i>	N/A	-	Adopção da metodologia de incorporação do <i>optimism bias</i> de HEATCO D5	Cálculo de proporções médias de subestimação nacionais
Custos e benefícios para os utentes				
Subcategoria de custo ou benefício	Melhores práticas e valores nacionais	Actualização	Transferência	Desenvolvimento
Custo do congestionamento	Tempo perdido: Aplicação das funções fluxo-velocidade do manual COBA e do HCM utilizando os parâmetros calibrados pelo PETS  Valores do tempo definidos no HEATCO D5 para Portugal		Utilizar a fórmula de transferência do UNITE	Estudo de DPP nacional
Portagens e taxas	N/A	-	-	Políticas marginais de custos
Custos de operação de	Aplicação das funções do	-		

veículo	manual COBA utilizando os parâmetros calibrados pelo PETS			
Custos dos acidentes				
Subcategoria de custo ou benefício	Melhores práticas e valores nacionais	Actualização	Transferência	Desenvolvimento
Previsão dos acidentes	Modelos de Cardoso (2002) para a previsão da frequência de acidentes Desagregação dos acidentes por gravidade e tipo de veículo e cálculo do número de vítimas por analogia com valores médios	Actualização do estudo de Cardoso em 2007	-	Modelos de previsão da gravidade dos acidentes e número de vítimas
Custos médicos	Valores de UNITE D12-A7, transferidos da conta-piloto alemã	Actualização dos custos	-	Novo levantamento de custos
Custos dos danos materiais	Valores de UNITE D12-A7 adaptados de PRP (1991)	Actualização dos custos	-	Novo levantamento de custos
Custos administrativos e de assistência no local do acidente	Valores de UNITE D12-A7 adaptados de PRP (1991)	Actualização dos custos	-	Novo levantamento de custos
Custo da perda de produção	Valores de UNITE D12-A7 transferidos da conta-piloto alemã	Actualização dos custos	-	Novo levantamento de custos
Valor da vida	Recomendação de HEATCO D5, com base no <i>European Standard Risk Value</i>	-	-	Estudo de DPP nacional
Custos ambientais				
Subcategoria de custo ou benefício	Melhores práticas e valores nacionais	Actualização	Transferência	Desenvolvimento
Ruído	Abordagem do <i>Impact Pathway</i> definida pelo UNITE e HEATCO;  Metodologia e valores de Arsénio et al.	-	Utilizar o valor nacional para o ruído do estudo português	Desenvolver as funções dose-efeito, no que diz respeito à quantificação de impactes
Poluição atmosférica	Abordagem do <i>Impact Pathway</i> definida pelo UNITE e HEATCO;  Valores de HEATCO D5	-	Fórmula de Mauch e Rothengatter para a transferência;  Valores recomendados por HEATCO D5	Desenvolver as funções dose-efeito, no que diz respeito à quantificação de impactes
Aquecimento global	Adopção dos valores recomendados nos projectos PETS e UNITE	-	Valores recomendados por HEATCO D5	Questão ainda em desenvolvimento