

\*If road users paid the true social cost of transport, perhaps urban geography, commuting patterns, and even the sizes of towns would be radically different from the present\*  
(David M. Newbery)



# Índice

	Página
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Estrutura desta dissertação</b>	<b>3</b>
<b>3 Enquadramento teórico</b>	<b>5</b>
3.1 Perspectiva histórica . . . . .	5
3.1.1 Um esforço intenso . . . . .	6
3.1.2 Súbita mudança de orientação política . . . . .	10
<b>4 Definição do problema</b>	<b>13</b>
4.1 Acumulação de receitas, cobertura do investimento inicial . . . . .	13
4.2 Utilidade social em causa . . . . .	18
4.3 O dilema da aplicação de portagens . . . . .	19
<b>5 Objetivo desta dissertação</b>	<b>23</b>
<b>6 A fundamentação das decisões públicas</b>	<b>25</b>
6.1 Custos da opção pelo “perfil de autoestrada” . . . . .	25
6.2 As justificações providenciadas pelos “estudos de tráfego” . . . . .	27
<b>7 A infraestrutura rodoviária como bem público</b>	<b>31</b>
7.1 O monopólio “natural” do provimento de infraestrutura rodoviária . . . . .	33
7.2 Congestionamento de tráfego: rivalidade no consumo e a necessidade de cobrar um preço . . . . .	34
7.3 A necessidade de uma avaliação de custo-benefício completa . . . . .	38
<b>8 A minimização do custo social</b>	<b>41</b>
8.1 Categorização e contabilização de custos . . . . .	42
8.1.1 Custos associados à sinistralidade . . . . .	43
8.1.2 Custos de poluição atmosférica e ruído . . . . .	44
8.1.3 Custos de degradação da camada superficial . . . . .	45
8.1.4 Custos de congestionamento . . . . .	46
<b>9 Análise empírica</b>	<b>47</b>
9.1 Introdução . . . . .	47
9.2 Suporte de software . . . . .	48
9.3 Licenciamento de dados e software . . . . .	49

9.4	Metodologia usada . . . . .	49
9.5	Contextualização geográfica . . . . .	50
9.6	Enquadramento geográfico: densidade de ocupação . . . . .	55
9.7	Um primeiro produto: cálculo de custo de oportunidade . . . . .	56
9.8	Continuação da análise . . . . .	58
9.8.1	Atribuição dos valores de volume de tráfego . . . . .	59
9.8.2	Alocação de densidades de ocupação e de tipo de relevo . . . . .	60
9.8.3	Cálculo de capacidade máxima . . . . .	62
9.8.4	Cálculo de capacidade . . . . .	62
9.8.5	Cálculo dos custos de congestionamento existentes . . . . .	65
9.8.6	Estimativa do volume de tráfego sem portagem . . . . .	65
9.8.7	Cálculo de custos de congestionamento na estrada nacional . . . . .	67
9.8.8	Cálculo da diferença de custos de congestionamento . . . . .	68
<b>10</b>	<b>Conclusão</b>	<b>69</b>

# Listas de Figuras

1	Fluxos financeiros PPPR 2012 a 2040 (preços constantes 2012), fonte (DGTF 2012) . . . . .	9
2	Maximização dos proveitos de portagem (elaboração própria) . . . . .	14
3	Relação entre velocidade e fluxo de tráfego, fonte: Newbery (1990) . . . . .	36
4	Custos económicos do congestionamento, fonte Mateus et al. (2011) . . . . .	38
5	Efeito da velocidade nas emissões de poluentes gasosos, fonte (Bokare et al. 2013) . .	44
6	<i>Impact pathway approach</i> , fonte (European Environment Agency 2011) . . . . .	45
7	Localização do caso de estudo - Autoestrada A24 . . . . .	47
8	Metodologia geral . . . . .	51
9	Metodologia (dados A24) . . . . .	52
10	Metodologia (dados EN2) . . . . .	53
11	Contexto geográfico . . . . .	54
12	Dimensão da célula hexagonal . . . . .	56
13	Contexto geográfico: densidade populacional . . . . .	57
14	Interseção da rede viária com a malha hexagonal . . . . .	61
15	Velocidade vs. fluxos de tráfego . . . . .	63
16	Bandas de congestionamento . . . . .	66



# **Lista de Tabelas**

1	Pagamentos líquidos do Estado no exercício de 2008 . . . . .	8
2	Encargos brutos . . . . .	10
3	Valor atualizado líquido A17 (preços 2016) . . . . .	17
4	Custos unitários de construção por comprimento, para autoestradas recentes em Portugal	26
5	Volumes de tráfego TMDA nas vias analisadas, anos de 2009 e 2013 a 2015 . . . . .	60
6	Ocupação e relevo nos troços da estrada nacional EN2 . . . . .	61
7	Constantes K e D por troços da estrada nacional EN2 . . . . .	64
8	Capacidades de tráfego em troços da estrada nacional EN2 . . . . .	64
9	Aumentos de tráfego 2013-2015 na A24 . . . . .	65
10	Simulação transferência de tráfego EN2 > A24 . . . . .	67
11	Custos de congestionamento por unidade de volume de tráfego (vkm) . . . . .	67



# 1. Introdução

Portugal tem tido historicamente um défice crónico de infraestruturas de transporte que perdurou até ao final do século XX e início do século XXI. Se a condição nas infraestruturas rodoviárias sofreu melhorias significativas, existem outras áreas como a do transporte ferroviário em que as melhorias desta deficiência histórica tardam em materializar-se.

No dealbar do século XXI, sucessivos governos colocaram em marcha um programa muito ambicioso de construção rodoviária, com recurso a entidades privadas, que implicou investimentos de montante elevado, suportado em crédito.

O modelo DBFO (*Design, Build, Finance, Operate*) usado no projecto, construção e exploração da rede rodoviária da Grã-Bretanha *circa* 1992 serviu de exemplo à aplicação de parcerias publico-privadas em projectos rodoviários (PPPR) em Portugal. A intenção dos promotores políticos destas iniciativas era conseguir, em prazo curto, vencer a significativa desvantagem do país, face aos parceiros europeus, em infraestruturas de transporte. A aplicação do modelo PPP aos projectos rodoviários, ao permitir ultrapassar certas limitações à despesa de um estado significativamente endividado, surgiu como única possibilidade de resolver este problema. Na implementação de PPPR destacam-se, a partir de 1997, as chamadas SCUT, autoestradas sem custos diretos para o utente, cujo acesso livre poderia contribuir para diminuir as marcantes assimetrias socioeconómicas das regiões interiores do país. A perspectiva positiva deste acesso livre foi ensombrecida quando, a partir de 2006, entidades fiscalizadoras das contas públicas chamaram veementemente a atenção para um crescente distanciamento entre custos previstos e custos efetivos da execução destes projectos. Um conjunto de decisões mal informadas, assumidas ao longo deste processo, levou a este estado de coisas.

Perante a pressão política, interna e externa, para diminuir certos encargos do Estado considerados excessivos e a atenção pública focada no descontrole da despesa em PPPR, os executivos em funções em 2010 e 2011 cancelaram o acesso livre nos troços SCUT com a introdução de portagens.

A aplicação do chamado “princípio do utilizador-pagador” orienta politicamente estas decisões. Segundo este, os serviços e bens públicos devem ser financiados essencialmente por quem os realmente utiliza / consome. Este princípio parece gozar de aceitação significativa na sociedade

portuguesa. Assim a introdução de portagens ocorreu apenas sob o protesto local das populações das áreas de influência mais atingidas pela medida.

De imediato após a introdução da cobrança de portagens, a procura caiu dum forma expressiva (na generalidade das autoestradas, de 2010 para 2011, houve uma descida de cerca de 11% em média<sup>1</sup>). Tendo em conta que, mesmo hoje, sete anos depois da introdução de portagem, existem diversos troços de autoestrada cujo tráfego médio diário mantém-se abaixo dos limites técnicos de referência que justificam a respectiva criação, podemos perceber quer o próprio objectivo da colecta de receitas pode estar ameaçado.

De igual forma, após a introdução de portagens nas autoestradas ex-SCUT, foi muito sensível a degradação das condições de circulação e de segurança nos troços de “estrada nacional” alternativos. Estes troços alternativos tinham acabado de ser transferidos para a responsabilidade dos respectivos municípios que, justamente, os tinham transformado em vias urbanas, com condições de circulação e de velocidade máxima desajustadas ao tráfego de média e longa distância privilegiado pelas autoestradas.

Esta atitude do poder político revela uma visão estreita apenas preocupada com “fluxos de caixa” e que despreza quer os benefícios da existência de autoestradas sobre a actividade económica das áreas servidas quer os custos de congestionamento e sobre-ocupação das vias alternativas causados por haver exclusão do acesso à autoestrada de todos aqueles que não estiverem dispostos a pagar a respectiva taxa de portagem.

O papel do Estado é de garantir que mantém ou aumenta o benefício social líquido, não é admissível que o diminua. Esta dissertação pretende contribuir para este debate com o ensaio de metodologias de contabilização de externalidades decorrentes da introdução de portagens, e de análise de custos e benefícios específicas para o âmbito rodoviário que ajudem a demonstrar como, de forma global, todos nós ficamos a perder com a situação presente da aplicação de portagens.

Veremos que a cobrança de portagens, sobretudo nos troços que se previu em tempos não serem portajados (ex-SCUT), representa efetivamente um dilema: por um lado o Estado é pressionado no sentido de gerar receitas que cubram certos encargos avultados, como é o caso dos encargos das PPPR. Contudo, não só a aplicação de portagem pode não chegar a gerar as receitas necessárias como diminui a utilidade da nova infraestrutura e impede que esta cumpra o seu papel de absorver parte substancial do tráfego intenso que corre em alguns locais da rede de estradas nacionais.

Começaremos por enquadrar historicamente a situação das infraestruturas rodoviárias portuguesas.

---

<sup>1</sup>no caso das autoestradas A29 e A17, por exemplo, chegou a cerca de 50% nos primeiros meses de introdução de portagem – consultar os Relatórios de Tráfego na Rede Nacional de Auto-estradas do ex-INIR I.P. hoje disponíveis no espaço de relatórios do sítio web do Instituto da Mobilidade e dos Transportes IMT I.P.

## 2. Estrutura desta dissertação

Esta dissertação desenvolve-se ao longo dos seguintes pontos:

- enquadramento teórico
- definição do problema em análise
- afirmação e clarificação do objetivo
- considerações sobre a fundamentação das decisões públicas em Portugal
- definição de “bem público” e explicação de como a infraestrutura rodoviária deve ser encarada como um bem público
- uma reflexão sobre a importância de minimizar custos sociais no acesso e utilização de infraestruturas

Ao final destes pontos é efetuada uma análise empírica com o objetivo de dar expressão prática aos argumentos desta dissertação.



### 3. Enquadramento teórico

#### 3.1 Perspectiva histórica

Portugal era até ao final do século XX um país com um défice crónico em infraestruturas de transporte. Esta deficiência atingia de igual forma os modos de transporte rodoviário e ferroviário, o transporte individual e colectivo.

Na segunda metade do século XIX, o transporte colectivo em modo ferroviário cresceu de forma significativa (Silveira et al. 2011). Contudo, um conjunto de vicissitudes ao longo do século XX até meados dos anos 90 levaram a que muitos serviços ferroviários em funcionamento acabassem encerrados e os planos de crescimento dos existentes abandonados.

O incremento do transporte rodoviário, possibilitado pela implementação de um plano de infraestruturas rodoviárias posto em curso após o final da Segunda Guerra (Infraestruturas de Portugal, S.A. 2017), apesar de relativamente tímido comparativamente a outros esforços ocorridos no continente europeu (ver a extensão baixíssima de autoestradas em Portugal em comparação aos restantes países europeus até aos anos 1990 em Pordata (2017a)), ofereceu a possibilidade de uma oferta de serviços com uma cobertura espacial do país mais completa do que tinha sido possível com a ferrovia de início e meados do século XX.

O investimento na rodovia foi sucessivamente crescendo, sofrendo um fortíssimo incremento já no início do século XXI (Pordata 2017a). Paralelamente a ferrovia foi deixada para segundo plano, acabando severamente depreciada com ajuda da concorrência directa do modo rodoviário.

Até chegarmos às décadas finais do século XX, o investimento no modo rodoviário foi sendo sucessivamente incrementado, sem acompanhamento pelo sistema ferroviário.

A intensidade desta aposta e o esforço aplicado neste desígnio foram de tal ordem que hoje existe, em volta das principais áreas metropolitanas do nosso país periférico, uma densidade de vias da melhor qualidade, as chamadas “autoestradas”, que rivaliza com a densidade das mesmas nas áreas metropolitanas mais ricas e populosas do centro da Europa Ocidental, centro económico da União Europeia a que hoje pertencemos (Gleave 2009).

### 3.1.1 Um esforço intenso

Contudo, o esforço aplicado no crescimento das infraestruturas rodoviárias sujeitou as contas do Estado a um esforço financeiro elevado, baseado em dívida e na preocupação de um suposto “custo zero”: entidades privadas assumiram elevados custos fixos, na expectativa da cobrança ao erário público de variadas rendas e compensações ao longo de décadas. Dessa forma, o impacto desses custos nas contas do Estado vai sendo diferido no tempo e suavizado, mesmo que à custa do pagamento de substanciais juros bancários.

O modelo DBFO (*Design, Build, Finance, Operate*) importado do Reino Unido serviu de inspiração ao desenvolvimento de parcerias público-privadas nas quais, sem prescindir da posse dos terrenos e das construções realizadas, o estado entrega a uma entidade privada, sob concessão, as tarefas de projectar e construir, e o direito a explorar, novos empreendimentos rodoviários. Fica também do lado do privado obter o necessário financiamento.

Os princípios e objectivos dos projectos DBFO eram (Highways Agency 2014):

- garantir que cada rodovia seja projectada, mantida e gerida de forma satisfatória e segura
- minimizar os impactos adversos no ambiente e maximizar o benefício aos utentes
- transferir um nível apropriado de risco para o sector privado da economia
- promover a inovação, não só em questões técnicas e operacionais mas também em aspectos de financiamento e comerciais
- promover o desenvolvimento de um sector privado de operação rodoviária no Reino Unido
- minimizar a contribuição financeira do erário público.

Em 2008, num relatório de auditoria do Tribunal de Contas, (TdC 2008) citado por (Fernando 2013), definia-se que:

\*\*As parcerias público-privadas constituem um modelo de contratação que permite ao Estado promover a obtenção de serviço público, através de uma estrutura contratual firmada com um parceiro privado, na qual se estabelecem obrigações mútuas que reflectem uma alocação, a ambas partes, dos riscos envolvidos\*\*

Na documentação sobre os projectos e contratos DBFO, é indicado, sobre a transferência de riscos, que:

“A alocação do risco e da recompensa entre as partes contratantes [Estado e privados] deverá ser claramente definida e os proveitos do sector privado deverão ser genuinamente sujeitos a riscos. Espera-se que os parceiros privados **assumam**

*a maioria dos riscos associados ao projecto, construção , manutenção, operação e financiamento de cada projecto. Estes riscos incluirão desde riscos associados às obras de construção e de manutenção e respectivo ajuste aos tempos e fundos disponíveis e isto para um horizonte global de 30 anos de contrato.” (tradução, sublinhado e nota do autor, (Highways Agency 2014))*

Esta indicação da assunção da maioria dos riscos pelo privado não parece que tenha se verificado na realidade, como à frente o autor tenta demonstrar.

Dentro do conjunto das parcerias público-privadas rodoviárias (PPPR) previstas e realizadas tornaram-se notórios os empreendimentos SCUT, “Sem Custos para o Utente”, nos quais a entidade concessionária recebe valores equivalentes a taxas de portagem, correspondentes à passagem de cada veículo, que lhe são entregues pelo Estado e não são cobrados aos utentes.

Num relatório de auditoria à gestão das PPPR SCUT em 2003 é referida uma «*[...] falta de poder negocial que o Estado tem revelado face ao sector privado*» e que o «*programa [SCUT] foi lançado sem se avaliar se o mesmo acarretaria value for money para o Estado*» (TdC 2003).

Neste relatório são claramente assinalados diversos factores de risco desnecessariamente excessivo para o Estado e diversas situações absurdas, por exemplo, ao nível de atrasos no licenciamento ambiental dos projectos que levaram o Estado a ter de ressarcir os privados de forma totalmente previsível e desnecessária.

Este relatório assinala também que:

*“[...] merece reservas pelos elevados custos sociais daí resultantes, o facto de o Estado assumir, nestes contratos, durante 30 anos, na prática, o risco de congelamento do Plano Rodoviário Nacional 2000. Sucedem, com efeito, que o Estado fica limitado no que respeita à melhoria do nível de serviço das vias alternativas e impossibilitado de construir novas vias , já que, para o concretizar, terá de compensar financeiramente as concessionárias.”*

Apesar dos defeitos apontados, como refere Paulo Trigo Pereira (Pereira 2012) citado em (Lopes 2013), o modelo é intensivamente aplicado:

\*“[... existe uma] tendência para os governos lançarem PPP em excesso, dado que podem retirar um benefício político no lançamento dos projectos, realizar algum encaixe financeiro imediato e transferir para os governos seguintes o ónus da despesa e dos eventuais impostos acrescidos necessários para os financiar\*\*.

Estavam assim criadas condições para que as PPPR e os projectos SCUT em particular viessem a colocar problemas inesperados e a fomentar derrapagens nas contas do Estado. Em 2010, Carlos Moreno salienta a existência de derrapagens financeiras nas SCUT que se terão ficado a dever a:

*[...] atrasos nos processos de expropriação, à ausência de corredores ambientais previamente aprovados, a decisões unilaterais do estado concedente, no sentido de alterar projectos já aprovados – sem prévia quantificação nem análise da rationalidade dos custos adicionais daí derivados, bem como a pedidos sucessivos de obras adicionais, por parte de autarquias locais interessadas nos projectos.”*

(Moreno 2010).

Muitas destas despesas não-previstas passariam, a dada altura, a ser enquadradas em contratos chamados de “reequilíbrio financeiro” (REF) nos quais o Estado compensava os custos adicionais do concessionário correspondentes às situações atrás citadas.

No relatório anual da Direcção Geral do Tesouro e Finanças de 2009 de acompanhamento e de reporte dos contratos de PPP em curso (DGTF 2009) é apresentado o seguinte quadro acerca da situação dos PPPR inicialmente definidos como SCUT.

Tabela 1: Pagamentos líquidos do Estado no exercício de 2008

Concessões SCUT	OE 2008 (A)	Executado	REF	Total (B)	% B/A
Algarve (IC4/IP1)	45,4	43,3		43,3	95,4
Beira Interior (IP2/IP6)	138,8	136,4	1,5	137,9	99,4
Interior Norte (IP3)	107,5	92,4		92,4	86,0
Costa de Prata (IC1/IP5)	71,8	71,6		71,6	99,7
Grande Porto (IP4/IC24)	101,7	78,2		78,2	76,9
Norte Litoral (IP9/IC1)	44,2	42,4	21,8	64,2	145,2
Beiras Litoral e Alta (IP5)	195,1	179,8		179,8	92,2
Total	704,5	644,1	23,3	667,4	94,7

OE 2008 - Despesa prevista no Orçamento do Estado do ano de 2008

REF - Contratos de reequilíbrio financeiro

Apesar da execução orçamental, de quase todos os empreendimentos, estar em linha com as previsões, vemos, no entanto, acerca da concessão Norte Litoral (IP9/IC1) (actuais A27 e A28, célula assinalada a **negrito** na tabela 1) temos, apenas neste ano de 2008, uma derrapagem de 45% devida aos atrás referidos problemas de licenciamento ambiental.

Mais tarde, no relatório anual de 2012 *Parcerias Público-Privadas e Concessões* da Direcção Geral

do Tesouro, (DGTF 2012) podemos ver que o conjunto das PPPR apresenta, nesse ano, uma derrapagem global de 30%.

Na figura 1 vemos os encargos líquidos das PPPR para o Estado desde 2012 até ao ano de 2040, valores do referido relatório de 2012. Este foi o primeiro documento deste género produzido seguindo indicações do *Memorando de Entendimento sobre as Condicionalidades da Política Económica* acordado com a Comissão Europeia, o Fundo Monetário Internacional e o Banco Central Europeu, em consequência duma grave crise financeira do Estado e perante um pedido de auxílio financeiro às ditas entidades. Supostamente este documento terá tido um grau de rigor superior aos anteriores e terá envolvido uma equipa mais alargada que incluía, por exemplo, elementos do Banco de Portugal.

Não esquecendo que, desde 2012, ocorreram um conjunto de renegociações de contratos, podemos ver que nessa ocasião o Estado esperava ter um encargo líquido plurianual de mais de 13300 milhões de euros, correspondente a cerca de 27% do total da despesa do Estado em 2012.<sup>1</sup>

Dividindo esse esforço em encargos anuais líquidos, podemos ver que se previa que o ano de maior esforço tivesse já ocorrido em 2015 com 1076 milhões de euros de encargo líquido, cerca de 2,2% da despesa do Estado desse ano (Pordata ).

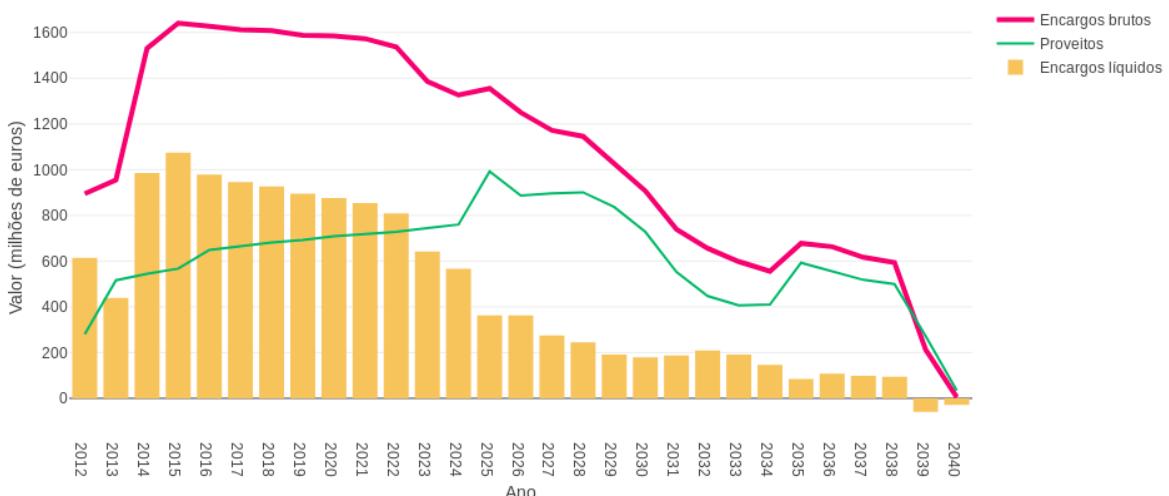


Figura 1: Fluxos financeiros PPPR 2012 a 2040 (preços constantes 2012), fonte (DGTF 2012)

Outros exemplos poderiam ser dados destas derrapagens e dos problemas financeiros destes empreendimentos.

Esta tarefa é dificultada pela complexidade técnica dos respectivos contratos e da *engenharia financeira* associada. Além disso, como refere Moreno, a adopção, a partir de 2007, de um novo modelo de financiamento do Estado às PPPR através da criação da empresa Estradas de Portugal E.P. contribuiu para uma menor transparéncia orçamental destes projectos.

<sup>1</sup> A despesa do Estado em 2012 terá sido cerca de 48700 milhões de euros

Contudo, Moreno calculava para a globalidade das PPPR um valor de encargos plurianuais de 25 mil milhões de euros (valor nominal, preços correntes) ao longo de um prazo de 30 anos. Sobre este valor o mesmo autor estimava existir em 2010 uma derrapagem de cerca de 6%. (Moreno 2010)

Convém salientar, como é demonstrado mais à frente no Capítulo 6, que parte da derrapagem nos encargos do Estado no provimento de infraestrutura rodoviária vem de empreendimentos completamente fora do universo SCUT, em autoestradas que foram abertas já com cobrança de portagem como é o caso da A10 Arruda - Benavente.

### 3.1.2 Súbita mudança de orientação política

Perante este cenário de fragilidade dos contratos das PPPR e perante uma degradação geral das contas do Estado, que levaria à já referida crise financeira grave, o governo português começou em 2009 a preparar a introdução de portagem em alguns dos troços de autoestrada sujeitos ao regime SCUT. Não serão alheias a estas medidas as pressões externas que se fazem sentir dos restantes países europeus para que Portugal cumprisse objectivos decorrentes do Pacto de Estabilidade e Crescimento, no qual cada estado-membro se compromete a conter o seu défice público e dívida pública dentro de limites bem definidos. Durante anos Portugal não cumpriu um ou ambos destes limites em especial o limite do défice a partir de 2001 (ifo Institute 2016).

Daí decorreria a necessidade clara de diminuir a despesa pública e o endividamento. Como as PPPR representam uma significativa fonte de encargos para o Estado, certamente esta terá sido logo uma área a considerar para este efeito. Das globalidade das PPPR, os empreendimentos SCUT eram aqueles que apresentavam maior nível de encargos brutos, como é evidente na tabela 2.

Tabela 2: Encargos brutos

	ano					
	2000/2006	2007	2008	2009	2010	2011
Concessões do Estado (*)	475	25	16	42	228	582
Concessões do Estado - SCUT e ex-Scut	482	537	641	648	718	1094

Fonte: DGTF - "Parcerias Público-Privadas e Concessões – Relatório de 2012"

(\*) - Concessões do Estado: Brisa, Lusoponte, Oeste, Norte, Litoral Centro, Grande Lisboa, Douro Litoral e Túnel do Marão

Para além do proveito da cobrança de portagem permitir equilibrar os elevados encargos das ex-SCUT, esta medida de introdução de portagens tinha também argumentos políticos: com esta medida o governo em funções pretendia também responder às pressões da oposição no sentido de reduzir despesa pública e contrariar a ideia de despesismo que publicamente vinha sendo associada às

SCUT (Correio da Manhã 2010). As forças da oposição situadas mais à direita no espectro político faziam inclusivamente a defesa e promoção do chamado princípio do *utilizador-pagador*, perante o qual a situação ideal para controlar a despesa do Estado é garantir que os beneficiários de cada serviço público cubram os custos do mesmo, em oposição à ideia de que, essencialmente, os serviços públicos deverão ser pagos pelos impostos cobrados à generalidade dos cidadãos.

Assim, foi prevista a cobrança de direitos de passagem em múltiplos troços de autoestrada por via da aplicação de portagens aos respectivos utilizadores. Esta medida política foi aplicada em troços para os quais a aplicação de portagens não tinha sido, na sua maioria, prevista, quer em projecto quer em obra. Em muitos destes troços ainda hoje não existem locais previamente configurados para a instalação de praças de portagem com cabinas de cobrança. Essa aparente dificuldade acabou por ser contornada com a implementação de sistemas electrónicos de cobrança recorrendo a dispositivos próprios carregados por cada veículo.

Esta medida continha vários aspectos contraditórios, entre os quais o facto de alguns dos troços a portajar haviam sido construídos sobre antigos troços de estrada nacional. Ao portajar estes troços, as populações locais foram deixadas sem quaisquer ligações rodoviárias alternativas.

Já em 2006 a empresa Estradas de Portugal havia encomendado um estudo com o objectivo de preparar a introdução faseada de portagens nas SCUT. Este estudo preparado pela empresa F9 Consulting propunha-se fazer ...

*"[...] o cômputo dos cálculos necessários para aplicação de um conjunto de critérios para determinação das concessões rodoviárias em regime SCUT em condições de passar a ser regidas pelo princípio do utilizador-pagador." (F9 Consulting 2006)*

Este estudo pretende sugerir que existe possibilidade de compatibilizar o objectivo de aumento de proveitos, com a cobrança de portagens, com os objectivos de discriminação positiva regional que nortearam a introdução das SCUT. A justificação da introdução de portagens não é minimamente descrita nem enquadrada neste trabalho, é apenas um dado adquirido. O estudo resume-se na sua essência à aplicação um método quantitativo, não justificado, a um conjunto de indicadores regionais que incluíram:

- índices de disparidade do PIB per capita regional
- índice do Poder de Compra Concelhio (IPCC)
- tempo de percurso das vias alternativas

... para determinar quais os troços que deveriam ser portajados e quais deveriam manter-se no regime SCUT.

Das seis concessões/troços analisadas o estudo conclui pela introdução de portagem em três. Esta

divisão acabou por ser, em grande parte, inútil uma vez que, em Outubro de 2010, estes troços passaram a ser portajados e, passado pouco mais de um ano, em Dezembro do ano seguinte, a cobrança de portagem foi alargada a todas as restantes ex-SCUT.

Apesar da pretensa preocupação de clareza que, supostamente, teria norteado este estudo, passados vários anos da introdução de portagens na generalidade dos troços de autoestrada em Portugal continua não ser explícito para o público o método de definição dos valores de taxas de portagem.

Para este efeito, o Decreto-Lei n.º 111/2011 fixa um valor de referência de €0,06671/km (s/ IVA), valores com referência a Dezembro de 2006 e atualizáveis pelo IPC de Dezembro de cada ano. Como se chegou a este valor não é explicado. Por outro lado, a lei abre múltiplas possibilidade de variação que são efetivamente aplicadas no terreno duma forma absolutamente nada transparente. O valor atualizado para 2016 com IVA será €0,098/km.

## 4. Definição do problema

Apesar da premente e compreensível necessidade na obtenção de proveitos que equilibrem os elevados encargos dos empreendimentos PPPR, a medida de taxação generalizada por via da imposição de portagens nas autoestradas portuguesas não pode deixar de suscitar múltiplas e fundadas dúvidas quer no seu efeito socioeconómico quer na sua capacidade para, de facto, alcançar os seus objectivos.

Analisemos primeiro do ponto de vista do cumprimento do objectivo de acumulação de receita suficiente para cobrir o investimento o avultado investimento inicial.

### 4.1 Acumulação de receitas, cobertura do investimento inicial

Se a introdução da cobrança de portagens nas nossas autoestradas visa cobrir, ou ajudar a cobrir, os encargos financeiros elevados que decorrem do igualmente elevado montante do investimento inicial, para que surta o desejado efeito de geração de proveitos, deve corresponder à definição de um preço de portagem que permita maximizar esse proveito e à definição de um período necessário a acumular a receita necessária.

Da consulta à legislação vigente e aos sítios web dos concessionários sabemos que o valor da taxa a cobrar é definido pelo governo.

Na figura 2 aplicamos ao bem “autoestrada” o que a teoria microeconómica apelida de curva de procura, de inclinação negativa, adequada à situação de monopólio típica do provimento de infraestruturas rodoviárias: embora haja intervenção de privados, o provimento é da exclusiva responsabilidade do Estado, não haverá espaço para o surgimento de concorrentes. No eixo das abcissas temos quantidades de procura  $Y$ , correspondentes a número de veículos (volume de tráfego) que atravessam uma qualquer autoestrada enquanto nas ordenadas valores de taxa de portagem  $P_y$ . A curva tem inclinação negativa porque, com taxa zero ( $P_0$ ) temos um máximo de volume de tráfego  $Y_0$  enquanto que, a partir de uma determinada taxa máxima  $P_{Max}$ , a autoestrada, espera-se, ficará vazia.

Com um valor baixo de taxa  $P_3$  a via em causa terá grande procura mas o rendimento de portagem, correspondente à área  $R_3$ , será baixo. Com uma taxa de valor  $P_1$ , teremos uma procura e um rendimento  $R_1$  ambos baixos. Com uma taxa  $P_2$ , temos um rendimento máximo correspondente à maior das três áreas,  $R_2$ . Há aqui que ter algum bom senso entre a maximização do rendimento e a evidência que, ao subir a taxa, estamos efetivamente a limitar o acesso a um bem que se supõe público (mais à frente isto será mais discutido).

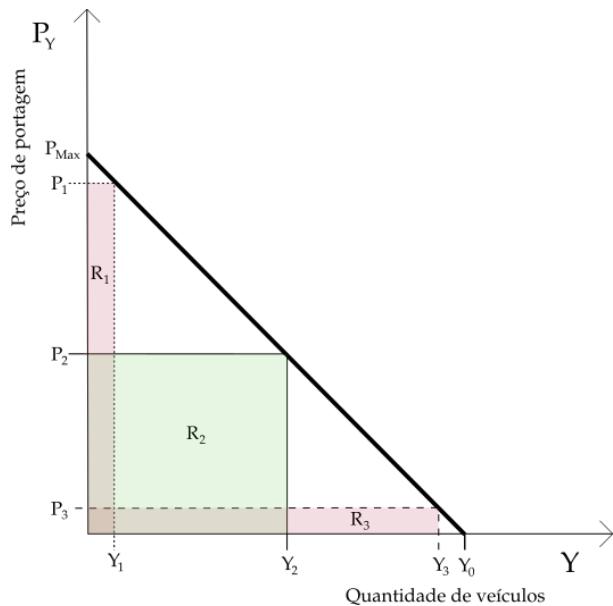


Figura 2: Maximização dos proveitos de portagem (elaboração própria)

Do ponto de vista da cobertura dos encargos financeiros importaria maximizar a receita, espera-se assim que a taxa definida pelo Estado decorra de um raciocínio atrás produzido.

Contudo, para ter a garantia que a efetiva cobertura dos encargos existentes está assegurada, esta definição da taxa não é suficiente. O raciocínio sobre o gráfico aplica-se a um dado período de cobrança. Se a unidade de medida que usamos nas abscissas for o volume de tráfego TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) a nossa maximização foi calculada para um dia e assim teremos:

$$R = V_{TMDA} * P_{max} * N_D \quad (4.1)$$

Em que  $P_{max}$  é o valor de taxa correspondente à receita máxima por dia e  $N_D$  o número de dias necessários para obter o rendimento  $R$ .

Para que, pelo menos, o valor do rendimento  $R$  cubra o investimento inicial necessita-se que se registem os volumes de tráfego  $V_{TMDA}$  necessários durante o prazo considerado razoável. Atentemos contudo que algumas destas vias atravessam regiões apenas capazes de gerar volumes

de tráfego modestos. Além disso, existindo vias alternativas a imposição ou o aumento de taxas de portagem tem um efeito de quebra no volume tráfego, correspondente a:

- viagens abandonadas, o utente desiste de fazer a viagem em transporte pessoal;
- viagens que passam a fazer-se pelo trajecto alternativo.

A melhor eficácia, do ponto de vista da arrecadação de receita, da aplicação de taxas de portagem corresponde à situação em que a via portajada não tem alternativas e representa um acesso crucial a uma determinada região.

Um exemplo disto pode ser dado pela Ponte 25 de Abril sobre o Tejo, cujo financiamento foi também suportado em dívida como as actuais PPPR, de forma a diferir os encargos financeiros por um período de tempo alargado. O Estado considerou esse investimento pago ao final de cerca de apenas 17 anos (Rodrigues 2016), à custa da cobrança de taxas de portagem. Durante anos esta foi a solução exclusiva para o acesso rodoviário entre a cidade de Lisboa e a margem sul do Tejo, com uma muito tímida concorrência exercida pelo o atravessamento fluvial via *ferry-boats*. Com a construção da ponte, iniciou-se uma ocupação de zonas residenciais da margem sul do Tejo das quais muitos moradores trabalham em Lisboa e nos concelhos limítrofes da margem norte do rio. Em resultado deste fenómeno, esta via está sujeita a um astronómico volume de tráfego TMDA que, por exemplo, em 2015 atingia 135000 veículos (IMT 2015). A elevada procura potencial e a inexistência de alternativas permitiu colectar a totalidade dos proveitos necessários num prazo inferior em 13 anos ao prazo dos PPPR actuais.

A maioria dos troços de ex-SCUT, apesar de terem custos de construção por unidade de comprimento substancialmente inferiores aos dumha travessia do estuário do Tejo, estão todavia sujeitas a um volume de tráfego comparativamente muito reduzido. Eis alguns exemplos, dados de 2015 (IMT 2015):

- autoestrada A23 (antiga SCUT Beira Interior) - valores de TMD mensal inferiores a 10000 numa grande parte dos troços, no inverno alguns destes troços apresentam valores próximos de 4000;
- autoestrada A24 (antiga SCUT Interior) - valores de TMD mensal globalmente inferiores a 10000 , no inverno alguns destes troços apresentam valores próximos de 2000;
- autoestrada A17 (parte da antiga SCUT Costa de Prata) - valores de TMD mensal globalmente inferiores a 10000 excepto em troços em volta da cidade de Aveio, no inverno alguns destes troços apresentam valores próximos de 2000.

Estes valores são mais de 100 vezes inferior ao da Ponte 25 de Abril. Existe na bibliografia de suporte referências a limites empíricos de valores de TMDA entre 10000 e 18000 que justificam a transformação ou substituição de uma estrada de duas vias de circulação por uma faixa de 2 ou mais vias (Romana et al. (2016), Teixeira (2015) e *Numbers every traffic engineer should know*).<sup>12</sup>

<sup>1</sup>Este não será o único critério, esta decisão poderá ser tomada por outros factores como questões peculiares de sinistralidade ou outras

<sup>2</sup>A generalidade das metodologias de planeamento de rodovias usadas em todo mundo baseiam-se no trabalho

Os troços de autoestrada acima indicados, e vários outros, não chegam a cumprir minimamente este critério.

Façamos então um pequeno ensaio para uma das novas autoestradas sujeitas a pagamento de portagem para as quais os volumes de tráfego não atingem sequer os 10000 TMDA: a autoestrada A17. Por consulta do sítio web da concessionária, vemos os seguintes números (Outubro de 2016):

- volume de tráfego TMDA: 5558 veículos/dia
- custo de construção: 575 milhões de euros (2004), 690 milhões ajustados a 2016
- portagem €14
- comprimento de 92,7 km

Outros dados usados:

- custo de manutenção anual cerca de € 8554000

O custo de manutenção foi derivado do valor indicado na comunicação social para a A1 em 2011 (A1 tem cerca de 303 km de comprimento, do valor indicado na notícia foi derivado o valor anual por quilómetro e este valor foi aplicado como custo de manutenção da A17, atualizado a 2016) (Diário de Notícias 2011).

Com estas indicações procedemos a um exercício de cálculo de Valor Acrescentado Líquido (VAL) que está apresentado na tabela 3. O valor de portagem e de custos de manutenção são ajustados a uma taxa de inflação anual de 1,5%

---

pioneiro do Transportation Research Board norte-americano, reflectido, nomeadamente em (TRB 1998)), também referenciado no PRN2000 nacional.

Tabela 3: Valor atualizado líquido A17 (preços 2016)

Ano	TMDA	Portagem	Benefícios	Custos	Encargos líquidos $E_l$	$E_l$ atualizado
0	5558	—	0,00	690000000,00	-690000000,00	-690000000,00
1	5600	14,00	28616000,00	8553707,10	20062292,90	19290666,25
2	5600	14,42	29480918,60	8812242,90	20668675,70	19109352,54
3	5600	14,64	29923132,38	8944426,54	20978705,84	18649993,10
4	5600	14,86	30371979,36	9078592,94	21293386,43	18201675,96
5	5600	15,08	30827559,06	9214771,83	21612787,22	17764135,67
....	...	...	...	...	...	...
45	5600	27,36	55921759,62	16715765,74	39205993,88	6712003,89
46	5600	27,77	56760586,01	16966502,22	39794083,79	6550657,64
47	5600	28,19	57611994,80	17220999,76	40390995,05	6393189,91
48	5600	28,61	58476174,73	17479314,75	40996859,97	6239507,46
49	5600	29,04	59353317,35	17741504,47	41611812,87	6089519,30
50	5600	29,47	60243617,11	18007627,04	42235990,07	5943136,62
					<b>VAL (50 anos)</b>	<b>-117051615,17</b>

O VAL corresponde ao somatório da última coluna da direita da tabela 3 de acordo com a equação 4.2.

$$VAL = \sum_{i=0}^n \frac{E_{li}}{(1+t)^i} \quad (4.2)$$

A taxa interna de rentabilidade  $t$  usada tem o valor de 4%.

Vemos que, ao final do 50º ano de projeto, o VAL ainda é negativo, o que significa que o projeto não gerou receitas suficientes para cobrir os custos.

Importa salientar que, se a taxa se baseasse no valor de referência legal de €0,098/km, o preço da portagem seria €9,08 e não €14. Portanto, para o cálculo de VAL atrás efetuado, o valor da portagem em cobrança representa já de si um valor elevado, acima da média. Mesmo assim o equilíbrio financeiro da autoestrada fica longe de estar assegurado.

Estes cálculos apenas pretendem dar uma ideia genérica das questões sobre as quais decisores políticos e técnicos são chamados a pronunciar-se. Mesmo assim, várias dúvidas podem imediatamente surgir relativamente à introdução de portagens, quer nas ex-SCUT quer nos novos troços de autoestrada portajada em zonas de reduzida procura:

- será possível pagar a totalidade de um investimento deste tipo com portagens ou apenas será viável cobrir uma parte dos custos?

- quais serão os limites razoáveis para o valor da taxa, como a calcular, sem perder de vista a utilidade social?
- definido um valor de taxa qual seria o limite máximo viável para o período de aplicação da mesma?

Como vimos na figura 2 as taxas de portagem de valores  $P_1$  e  $P_3$  produziriam os mesmos proveitos, é indiferente aplicar uma ou outra do ponto de vista do financiamento do empreendimento. Apesar disso, a utilidade social da autoestrada fica largamente reduzida se a taxa aplicada for  $P_3$  e não  $P_1$ , uma vez que apenas nela circula um número reduzido de veículos.

Assim, assumindo que a decisão de portajar um troço de autoestrada nestas condições é racional, tão importante como a decisão de portajar seria a escolha de um valor efetivo de taxa de portagem a aplicar a qual, esperançadamente, deveria permitir a redução, ao mínimo possível, da quebra na utilidade pública da infraestrutura.

Contudo, poderemos considerar inaceitável qualquer quebra na utilidade da infraestrutura.

## 4.2 Utilidade social em causa

Analisemos agora, de forma breve, o problema do provimento de autoestradas do ponto de vista da sua utilidade social e do seu impacto socioeconómico.

A construção de autoestradas visa genericamente providenciar melhorias de acessibilidade a regiões ou locais para os quais se considera que o sistema de infraestrutura rodoviária existente, sem autoestrada, não responde às necessidades das populações e dos agentes económicos. Esta é uma visão de escala maior, mais detalhada, a nível regional. A uma escala menor, nacional e internacional, a disponibilização de autoestradas visa melhorias de ligação entre centros urbanos e regiões distantes entre si ou a melhoria de interligação entre países, no nosso caso, com o país nosso vizinho, Espanha.

Do ponto de vista da escala nacional e internacional, as ligações criadas pela rede de autoestradas tem um carácter largamente insubstituível, uma vez que não existe verdadeira oferta concorrente quer de outras estradas, quer do modo ferroviário, quer do transporte aéreo. Este último apenas concorre nas ligações às principais cidades do país vizinho. Aqui, as estradas alternativas não permitem as velocidades elevadas admissíveis na autoestrada, tão necessárias à redução dos tempos de viagem nas deslocações de longo curso para valores considerados aceitáveis nos nossos dias.

Vejamos o exemplo da ligação entre Aveiro e Madrid: 5:30 horas para vencer 520 km de estradas, na indicação do serviço pesquisa de rotas online Via Michelin. A velocidade média desse trajecto é assim de 96 km/h. Fazendo este trajecto por estradas alternativas seria difícil manter uma velocidade

média acima 50 km/h pelo que o tempo de deslocação seria provavelmente superior ao dobro deste tempo, mais de 11 horas, algo verdadeiramente fora dos nossos padrões actuais.

Na escala maior, a autoestrada enfrenta a concorrência directa das estradas preexistentes, nos casos em que estas não chegaram a ser substituídas por autoestrada, construída por cima, no mesmo corredor. Nesta escala e nestes casos, os utentes poderiam, na ausência de portagem, optar livremente entre usar as estradas antigas ou a autoestrada.

Nestes casos, quando a autoestrada foi disponibilizada ainda como SCUT, os utentes aderiram massivamente, abandonando em grande número os troços de estrada nacional que, maioritariamente, se encontravam degradados.

Libertadas de parte do seu intenso tráfego anterior e em linha com o disposto no Plano Rodoviário Nacional (PRN2000, Dec.Lei 222/98), as estradas nacionais abrangidas por esta transformação foram transferidas para a alçada dos respectivos municípios. Neste processo, muitas delas foram repavimentadas, reperfiladas e, em parte, transformadas em arruamentos com características urbanas. Além do mais, foram-lhe aplicadas medidas de acalmia de tráfego como rotundas, passadeiras, semaforização, etc. que reduzem de forma clara a capacidade destas em volume de tráfego e aumentam significativamente os tempos de deslocação ao forçarem uma circulação mais lenta e mais segura.

Com o fim do regime SCUT e a imposição de portagens, uma parte significativa dos respectivos utentes voltou a estas antigas estradas. O mesmo aconteceu em novos troços de autoestrada (exemplos: A17 Mira - Leiria Norte e A41 Alfena - Nogueira) que cobrem zonas de procura reduzida e foram abertos já em regime de cobrança de portagem: o efeito de substituição do uso das estradas pré-existentes pelo das autoestradas não chegou a ser significativo.

O novo carácter de via urbana de algumas das vias pré-existentes faz com que as baixas velocidades, demasiadamente baixas para quem está numa viagem de médio ou longo curso, produzam novamente um congestionamento assinalável. Dantes, o congestionamento era resultado do excesso de procura, agora resulta das já referidas medidas de acalmia de tráfego às quais se junta uma procura inesperadamente elevada, resultante do tráfego que não segue pelas autoestradas, face à aplicação de portagens.

O estudo do verdadeiro impacto destas alterações no tecido sócio económico é um trabalho ainda largamente incompleto.

### **4.3 O dilema da aplicação de portagens**

Estamos assim perante um dilema.

O país empenhou-se fortemente, endividando-se, na construção de uma rede de autoestradas que nos aproximasse dos níveis de serviço rodoviário existentes em muitos dos países nossos parceiros europeus. O crescimento desta parte da rede rodoviária visava proporcionar uma oferta de ligações de carácter regional, nacional e internacional com uma qualidade de serviço impossível na rede de estradas preexistente. Libertadas de parte substancial do antigo tráfego intenso, as antigas estradas ficariam disponíveis para ligações de carácter urbano e periurbano. Estas intenções visavam objectivos de promoção social e económica das regiões interiores do país.

O objectivo de melhoria substancial do nível de serviço foi conseguido e até ultrapassado, com a contrapartida de um grande esforço financeiro que impactou nas contas públicas portuguesas, na pior das alturas, em pleno caminho para uma grave crise financeira.

Perante a necessidade urgente de reduzir custos de endividamento, o poder executivo decidiu promover a cobrança de portagens em troços inicialmente não abrangidos por tal exigência, cuja receita permitiria contribuir para amortizar esses custos.

Contudo, a imposição deste custo diminui drasticamente a utilidade destes troços de estrada melhorada. À vantagem de uma deslocação mais rápida e em melhores condições de segurança opõe-se a desvantagem do custo da portagem. Nos casos em que troços de autoestrada competem directamente com troços de estrada nacional alternativos, se os utentes considerarem que o valor da portagem paga não corresponde ao real benefício obtido em melhoria de tempo de deslocação e de condições de segurança, irão querer voltar aos antigos trajectos de estrada na nacional. Tendo em conta que estes sofreram um conjunto de alterações que diminuíram as velocidades praticáveis e a sua capacidade efetiva, neste caso, estes troços ficam de novo sujeitos a uma saturação que degrada o nível de serviço por estes oferecido e que tem profundo impacto na qualidade de vida das populações residentes nas imediações.

Assim, privado de parte da sua utilidade, privado de utentes, um investimento que teve custos muitos elevados para o erário público ficará por rentabilizar na sua plenitude e gera-se uma profunda contradição no sistema rodoviário ao permitir a continuado congestionamento de vias que deveriam ter sido libertadas para cumprir funções de ligação essencialmente local e urbana.

Eventualmente, nem mesmo o objectivo de colecta de fundos, com a cobrança de portagens, será cumprido em suficiência uma vez que, na realidade, os volumes de tráfego são, em vários troços, diminutos. Este facto sugere que a introdução de cobrança de portagem, em certos troços, pode mesmo ser contraproducente: nem há colecta substancial, nem as autoestradas cumprem cabalmente o objectivo para que foram criadas, o investimento realizado ficará por rentabilizar.

Não podemos deixar de sublinhar que, apesar dos múltiplos e evitáveis aspectos de má gestão salientados pelo Tribunal de Contas e outros, dando a azo a opiniões fortemente negativas muito propaladas na comunicação social, o real esforço financeiro não parecia exagerado em 2012 quando

não se previa ultrapassar os 2,5% da despesa do Estado no ano de maior esforço. Essas previsões não contabilizavam ainda as chamadas subconcessões de corredores concessionados pelo Estado à empresa Infraestruturas de Portugal. Hoje sabemos, pelos trabalhos da UTAP,<sup>3</sup> que o ano de maior esforço será mesmo o ano atual de 2017 com um valor acima da previsão de 2012 num esforço elevado mas não incomportável.

Poder-se-ia ter tido uma gestão muito diferente e mais eficiente? Certamente. Deveríamos não ter construído, com perfil de autoestrada, troços de utilidade discutível como os do sul da A17, o interior da A41 / CREP ou a “Ponte da Lezíria” (A10)? Provavelmente. No entanto, não podemos fingir que toda esta infraestrutura não existe: da mesma maneira que a temos de pagar e manter, temos a obrigação de dela tirar o melhor partido.

Esta dissertação visa trazer novos contributos a este debate.

---

<sup>3</sup>Unidade técnica de acompanhamento de projectos do Ministério das Finanças que produz Boletins Anuais e Trimestrais de acompanhamento às PPP na sua generalidade.



## 5. Objetivo desta dissertação

Após a recensão bibliográfica que acompanhou a preparação desta dissertação, nesta temática do provimento de autoestradas e da introdução de portagens, nota-se a necessidade de uma avaliação de custo-benefício mais completa, mais rigorosa, que possa abranger, com qualidade, externalidades como os custos de congestionamento previsíveis nas vias alternativas e os impactos nas actividades económicas das áreas servidas.

Dada a falta de qualidade geral que encontramos nos processos de decisão, assunto a detalhar no ponto seguinte, não é surpreendente a superficialidade que encontramos na avaliação custo-benefício, a maioria da qual surge publicada “ex-post”, como uma tentativa de entender a “performance social” do equipamento em pleno uso.

A teoria económica diz-nos que o nível ótimo de produção será aquele em que a receita marginal iguala o custo marginal (Mateus et al. 2011). Não havendo congestionamento, o custo adicional de entrada de um novo automóvel numa autoestrada é zero. Portanto temos, fora de congestionamento, um custo marginal zero, à qual deveria corresponder uma receita marginal zero, o que é claramente contraditório com a cobrança de portagem. Como veremos à frente, este é um aspecto que justifica que o provimento de rodovias seja encarado com o provimento de um bem público, responsabilidade final do Estado independentemente da possibilidade de existirem privados envolvidos nesse provimento.

Como monopolista, o Estado é todavia livre de fixar o preço que quiser. Como vimos na figura 2, ao fixar uma portagem não nula, a procura pela autoestrada irá naturalmente descer. Uma parte dessa descida corresponde a viagens que se farão em troços alternativos congestionados, com queda na qualidade do serviço globalmente prestado pelo conjunto da infraestrutura. Essas viagens perdidas pela autoestrada irão contribuir para o congestionamento dos ditos troços alternativos, sujeitos a custos marginais crescentes. Qualquer cobrança de portagem representa um excedente, um proveito financeiro, do produtor. Acontece que o “produtor” é igualmente responsável pela qualidade quer da autoestrada portajada quer, em última análise, pelo troço alternativo, apesar deste ter sido municipalizado. Assim estes custos marginais crescentes da estrada nacional alternativa teriam, logicamente, que ser internalizados na análise de custo benefício da autoestrada: o produtor Estado

não pode *colher os proveitos financeiros da portagem* numa via e *não gastar nada* para contrariar a degradação do serviço nas vias alternativas, quando esta degradação é consequência daquela cobrança de portagem.

Na prática, o Estado deveria ser impedido, ou auto regular-se, não cobrando portagens de forma a contribuir significativamente para o congestionamento de vias alternativas. Em muitos casos isso corresponderá à pura e simples impossibilidade da cobrança de portagem, independentemente do valor cobrado. Se efetivamente o Estado não tem como financiar, do seu orçamento, a autoestrada e precisa de proveitos adicionais para custear os investimentos envolvidos, então temos duas hipóteses:

- a) estamos perante uma decisão errada de desenvolver uma via com perfil de autoestrada – face à procura existente, uma nova via com perfil de via rápida ou de estrada nacional seria suficiente, com custos marcadamente inferiores (como veremos mais à frente) – decisão efetivamente impossível de corrigir com a via já construída;
- b) estamos perante a aplicação efetiva de uma medida política de coesão territorial, de melhoria efetiva da acessibilidade de uma região desfavorecida, pelo que todo o país deverá contribuir solidariamente para os custos envolvidos, por via de dotação orçamental específica do Estado ou de uma colecta de imposto alocada a este efeito.

Dada a impossibilidade de corrigir a) será lógico que o Estado concentre esforços na conteúdo da alínea b): apostar numa coesão territorial para a qual todo o país deverá contribuir.

Como é melhor explicado no ponto seguinte, existem vários aspectos frágeis na análise de custo benefício produzida acerca desta temática. Contudo, junto a aspectos como a modelização dos efeitos multiplicadores positivos na economia local decorrentes da disponibilidade de vias de qualidade e das previsões de tráfego, um aspecto central surge tratado com excessiva superficialidade na bibliografia e nas restantes fontes analisadas: o cálculo dos custos das diversas externalidades resultantes do transporte rodoviário em geral e, muito particularmente, o custo do congestionamento rodoviário.

Nesta dissertação desenvolve-se uma análise quantitativa do equilíbrio do tráfego entre troços de autoestrada e troços de estrada nacional alternativos e a determinação dos custos de congestionamento resultantes de alterações neste equilíbrio. Para este efeito serão analisados diversos pares de troço de estrada e troço de autoestrada mutuamente alternativos. Estes pares serão referenciados em diferentes pontos do país para tentar abranger diferentes condições de partida quanto a densidade e dinâmica populacional, nível de rendimentos, proximidade a áreas geradoras de movimentos pendulares, congestionamento de tráfego em troços adutores das áreas em estudo, etc.

## 6. A fundamentação das decisões públicas

Ao analisar a história da implementação das PPPR em particular e da disponibilização de autoestradas em geral na secção 3.1, é saliente uma precipitação e uma má fundamentação gerais nos processos de tomada de decisão sobre a construção dessas infraestruturas, gritantemente manifestadas em aspectos como:

- previsões de tráfego inverosímeis;
- opções injustificadas pelo “perfil de autoestrada”;

nos quais as opções tomadas, há anos, pelo “perfil de autoestrada” surgem justificadas com previsões de tráfego que hoje sabemos estarem fora da realidade mas que, à data da decisão, não eram tão nitidamente inverosímeis como são hoje.

Este processo de decisão é completamente opaco: apesar de os contratos das PPPR estarem hoje todos disponíveis online, os estudos de base que levaram às opções de construção firmadas nesses contratos são literalmente impossíveis de encontrar. O mesmo para as concessões de autoestrada de portagem real da Brisa, historicamente muito anterior ao desenho das PPPR.

Sobram apenas alguns estudos, indicadores e meros comentários na comunicação social que surgem a público por razões paralelas como a polémica em torno do Novo Aeroporto de Lisboa (NAL) ou da preparação para a construção de vias eternamente adiadas como é o caso do IC4 na Costa Vicentina. Não se conseguiram encontrar publicadas nenhuma estimativas oficiais de custos por quilómetro de construção de rodovias, algo fundamental a ter em conta na decisão sobre o nível de serviço ou as características técnicas de uma ligação rodoviária a construir.

### 6.1 Custos da opção pelo “perfil de autoestrada”

Para dar uma indicação de custos genéricos de construção por quilómetro, produz-se de seguida uma estimativa exploratória para um conjunto reduzido de empreendimentos rodoviários, assente apenas em valores extraídos da comunicação social. Para a atualização de preços a 2016 foi usado o calculador online baseado no Índice de Poder de Compra (IPC) do INE recorrendo às opções

“Actualização de Valores com Base no IPC, entre anos” e “Índice de preços no consumidor exceto habitação (Média anual)”.

Os resultados dessa estimativa estão patentes na tabela 4. Vemos que o custo por quilómetro de autoestrada, a preços de 2016, será certamente superior a 3 milhões de euros. Num estudo de 2011 para o INIR I.P. (extinto Instituto de Infraestruturas Rodoviárias cujas competências estão hoje no Instituto de Mobilidade e Transportes IMT) a empresa Atkins indica como custos de referência:

- para construção com características de “IC” ou via rápida: 1 milhão de euros por km;
- para construção com características de estrada nacional: 700 mil euros por km.

Os valores indicados são obviamente genéricos e indicativos. Atualizados para 2016 seriam genericamente idênticos: 1039 e 726 mil euros, respectivamente.

Não podemos esquecer na produção deste tipo de estimativas que estes custos, além dos custos de construção civil, incluem os custos de expropriação de terrenos, o que ajuda a explicar o altíssimo valor encontrado para o fecho do IC17/CRIL, que atravessa uma área densamente urbanizada em terrenos muito valorizados na capital do país, enquanto o lanço *Fortunhos – VP Aguiar* da A24, que atravessa paisagem com uma ocupação humana de baixa densidade, tem um valor comparativamente muito mais baixo.

Tabela 4: Custos unitários de construção por comprimento, para autoestradas recentes em Portugal

Obra	Custo construção (CC milhão €)	Ano*	CC atual. a 2016 (milhão €)	Comprim. (km)	Milhões €/km
Ponte Vasco da Gama + acessos	897	1998	1287	17,19	74,89
A36 – IC17/CRIL – Pina Manique – Pontinha	114	2011	118	4	29,5
A10 – Ponte da Lezíria	218	2007	241	11,46	21,03
A7 – Guimarães – VPAguiar	311	2005	363	41	8,85
A17 – Mira – Marinha Grande	575	2008	621	92,7	6,7
A16 – IC16 CREL – Lourel	68	2009	74	11,5	6,43
A16 – IC30 Lourel - Alcabideche	59,5	2009	65	11	5,91
A24 – Vila Real IP4 – Fortunhos	19	2006	22	6,5	3,38
A24 – Vila Real Fortunhos – VP Aguiar	54	2007	60	19,8	3,03

\* Ano de entrada ao serviço

Fonte: elaboração própria

Vemos assim, que a opção pelo perfil de autoestrada em detrimento de um perfil alternativo de via rápida, seguindo o já referido critério de valor de TMDA 10000 veículos / dia, nos troços que não

cumprem esse critério representa uma despesa de construção, no mínimo, três vezes superior ao que seria necessário. Como já foi atrás explicado, esta condição de volume de tráfego é encontrada em vários troços na nossa atual rede de autoestradas (ver secção 4.1).

Este é um aspecto muito crítico da tomada de decisão sobre desenvolvimentos da rede de infraestruturas rodoviária. Uma decisão errada a este nível lança o país num claro desperdício financeiro que começa num investimento inicial desnecessariamente alto, com impacto nos pagamentos a efectuar por uma geração de portugueses. Talvez a necessidade do pagamento generalizado de portagens pudesse ter sido contornada também se, a este nível, tivesse havido uma ponderação mais cuidada.

Contudo esta opção relativa ao “perfil” escolhido terá, em muitos casos, assentado em previsões de tráfego as quais, supostamente, terão fornecido argumentos decisivos em favor das decisões assim tomadas.

## **6.2 As justificações providenciadas pelos “estudos de tráfego”**

Podemos melhor ilustrar as questões em volta dos estudos de tráfego obrigatórios nas tomadas de decisão sobre novas infraestruturas inseridas no Plano Rodoviário Nacional com um exemplo prático.

Vejamos o caso de uma das infraestruturas mais caras em proporção ao respectivo comprimento: a Ponte da Lezíria.

Esta infraestrutura, parte da autoestrada A10 Arruda dos Vinhos - Benavente foi lançada com dois argumentos principais:

- facilitar as viagens do Norte do país para o Algarve, evitando o atravessamento da cidade de Lisboa;
- ser parte dos acessos ao futuro aeroporto (NAL) a localizar na Ota.

Esta obra arrancou muito antes de qualquer outra das infraestruturas de apoio ao NAL e ficou pronta em 2007, ironicamente num momento em que a localização do NAL começou a ser publicamente posta em causa.

Num estudo que hoje se encontra disponível online, uma empresa de consultoria especializada em mobilidade, produziu em 2007 um conjunto de previsões de volume de tráfego para esta via. Estas previsões cobriam um conjunto de cenários, quer de localização do NAL quer de suspensão da obra com manutenção do atual aeroporto de Lisboa na Portela de Sacavém. A previsão de tráfego de valor mais baixo era de cerca de 13000 veículos/dia TMDA. Noutros cenários previam-se quase 30000 veículos/dia TMDA.

Num cenário coincidente com a situação atual, sem NAL e sem novas travessias do Tejo, para o ano de 2032, previam-se 13624 veículos/dia TMDA.

Do ponto de vista destes resultados, próximos de 30000 veículos/dia, supondo que poderia ainda haver crescimento no futuro, a opção pelo perfil existente de 2x3 vias estaria adequada.

Duas questões críticas se levantam todavia:

- passados dez anos o tráfego verificado é muito inferior a 13000<sup>1</sup> – é mesmo inferior a 6000 veículos/dia TMDA, marcadamente abaixo da justificação técnica para a construção de uma autoestrada;
- entre, por exemplo, 2009 e 2017 o volume de tráfego manteve-se praticamente inalterado; no entanto, teria de subir sustentadamente entre 400 e 500 veículos todos os anos até 2032 para a atingir os previstos 13000 veículos / dia;
- a zona atravessada é ambientalmente muito sensível pelo que se optou por uma construção toda em viaduto, atingindo o altíssimo custo médio de 21,03 milhões de euros por quilómetro (Tabela 4).

Para o reduzido baixo tráfego certamente concorrerá também a imposição de uma taxa de portagem de cerca de €1,5, apesar de, aproximadamente, estar em linha com a aplicação da tarifa legal de referência com o valor de €0,098/km.

A opção tomada e as projecções de tráfego são ainda mais incompreensíveis se repararmos que esta obra entra em concorrência directa com outras três travessias do Tejo, duas das quais sem portagem:

- a ponte Salgueiro Maia em Santarém (sem portagem, mais a norte);
- a ponte Marechal Carmona da EN10 (sem portagem, muito próxima a sul);
- a ponte Vasco da Gama (mais a sul, com portagem mais cara).

Dada a coincidência dos valores de tráfego indicados e das opções de perfil tomadas, uma vez que as 2x3 vias existentes são compatíveis com uma previsão superior 30000 veículos/dia TMDA, é provável que os valores do estudo de tráfego original, que terá justificado a decisão em favor da construção desta obra, seriam idênticos aos do estudo atrás referido.

Analizando esse estudo e recorrendo a valores recentes para alguns dos indicadores quantitativos usados como base nas previsões efectuadas, podemos identificar diversas assunções erradas:

- A existência de uma correlação forte entre PIB, consumo de combustível e volume de tráfego geral

A realidade atual nega esta possibilidade: o PIB português caiu fortemente de 175 mil milhões

---

<sup>1</sup>A fonte para os valores de tráfego mais recentes (2º trimestre de 2017) está nos Relatórios de Tráfego na Rede Nacional de Auto-estradas do ex-INIR I.P. disponíveis no sítio do IMT I.P.

de euros de 2007<sup>2</sup> (ano do referido estudo) para menos cerca de 170 mil milhões em 2013, tendo vindo a crescer paulatinamente desde então, tendo ultrapassado os 185 mil milhões de euros em 2016 (PORDATA: Evolução do PIB. Apesar disso, o consumo de combustíveis diminuiu ligeiramente, por exemplo, no gasóleo rodoviário de 4860 kt em 2017 para 4780 kt em Agosto de 2017 (PORDATA - Venda de combustíveis, Estatísticas rápidas Agosto de 2017 da Direcção Geral de Energia e Geologia).

Com o advento dos veículos eléctricos e as perspectivas de crescimento do transporte ferroviário, decorrentes exactamente da necessidade do cumprimento das metas de redução de gases com efeitos de estufa com as quais o país se comprometeu no âmbito de protocolos e acordos internacionais, o próprio consumo de combustível deverá passar a ser um estimador cada vez menos eficaz do tráfego rodoviário em geral.

- O crescimento contínuo da taxa de motorização

A taxa de motorização também é outro indicador em estabilização há alguns anos: o número de veículos em circulação no país parece estar a estabilizar abaixo dos 5 milhões de veículos ligeiros, em linha com as possibilidades de estarmos a assistir a uma estagnação do crescimento populacional ou mesmo uma diminuição de população a médio prazo. (Castro et al. 2015).<sup>3</sup> Apostar, em projecções a trinta anos, numa subida permanente da motorização do país, perante o que sabemos hoje, não é minimamente realista.

Perante estas duas fortes influências, a ideia peregrina que a procura de viagens na rede rodoviária deverá continuar a crescer nos próximos anos é errada e profundamente enganadora. Perante estas condicionantes, o aumento de tráfego numa determinada área do país, a existir, deverá dever-se quase exclusivamente a fenómenos de geração de tráfego ou de atracividade de âmbito meramente local.

Dado o fenómeno recente do crescimento da procura do nosso país por elevado número de turistas,<sup>4</sup> poderão surgir impactos de crescimento de procura, decorrentes deste fenómeno, em locais com potencial atracividade turística ainda por explorar.

---

<sup>2</sup>Preços constantes, ano de referência 2011

<sup>3</sup>O “cenário central” proposto em Castro et al. (2015) indica uma população em 2040 inferior a 10 milhões, inferior ao valor de 10,56 milhões dos Censos 2011 do Instituto Nacional de Estatística (INE)

<sup>4</sup>Segundo os dados mais recentes disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), vários indicadores do turismo demonstram tendência de subida. Por exemplo, o *Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros* para todo o país mostra uma subida de 8% de 2014 para 2015 e de 11% de 2015 para 2016.



## 7. A infraestrutura rodoviária como bem público

Ao promover a construção de uma autoestrada está o governo de um país a prover um bem público ao conjunto dos seus cidadãos? A teoria económica define duas propriedades que são fundamentais na definição e entendimento do que é um bem público (Mateus et al. 2011):

- **não-exclusão**: o bem público não pode ser excluído a um indivíduo que não o pague, ao contrário do bem privado, cujo consumo é exclusivo de quem se dispõe a pagar o respectivo preço
- **não-rivalidade** (ou *não-exaustão*): o consumo do bem por um indivíduo não evita ou diminui o consumo do mesmo bem por outra pessoa

Um indivíduo não pode ser excluído do acesso a um bem público como a defesa ou a mitigação dos efeitos de uma catástrofe natural por não pagar um determinado preço, por isso falamos de *não-exclusão* neste tipo de bens. De igual forma a *não-exaustão* também se aplica: em princípio e em condições ditas “normais”, diríamos que mais um carro a passar numa infraestrutura não impediria a passagem de outros carros.

Será mesmo assim? No caso das infraestruturas rodoviárias a *não-rivalidade* depende do estado de congestionamento do tráfego que a atravessa. Se o grau de congestionamento for elevado, um número elevado de veículos que se encontram a “consumir” o bem infraestrutura, atravessando-o, vão colocando entraves ao consumo por outros veículos adicionais, de forma crescente até se formar um engarrafamento e o fluxo de tráfego parar por bons minutos ou horas, durante as quais a velocidade efetiva de deslocação pode ser inferior ao andar a pé. Neste caso, o bem não estará efetivamente a ser consumido, uma vez que cada consumidor não consegue realmente tirar o benefício esperado: deslocar-se.

O tema desta dissertação envolve autoestradas sujeitas a pagamento de portagem. O pagamento de uma taxa de portagem corresponde ao pagamento de um preço pelo atravessamento da infraestrutura, pelo seu “consumo”.

Então, sendo assim, a estrada portajada poderá ser efetivamente um bem *rival* e um bem *exclusivo*: bem exclusivo uma vez que o preço cobrado na forma de portagem pode excluir número significativo

indivíduos da sua utilização e, nos casos em que exista congestionamento, o consumo do bem por mais um indivíduo contribui para que menos indivíduos encontrem o bem disponível para uma utilização consentânea com a expectativa de realizar uma viagem rápida.

Porquê então continuarmos a dizer que é um bem público? Porque circunstâncias específicas levam a que deva ser provido pelo Estado, mesmo que nesse provimento estejam envolvidas entidades privadas.

Qual o real papel das empresas privadas nos empreendimentos PPPR? Na verdade, estas empresas são apenas concessionários: durante um período de 20 ou 30 anos, as empresas envolvidas prestam um leque de serviços, que inclui adiantar ao Estado, a troca de juros, a enorme soma de dinheiro do investimento inicial, necessária à construção e equipamento da infraestrutura de forma a que possa ser vir a ser posta ao serviço dos condutores e seus veículos. Mais tarde, com a obra concluída, prestam serviços de manutenção: assistência em viagem em caso de avaria, avisos à circulação, limpeza, reparações de pavimento e sinalização, etc.

No final da concessão tudo o que foi construído reverte para o Estado. Algo muito importante e essencial em tudo isto: os terrenos sobre os quais a infraestrutura foi construída, são expropriados pelo concessionário em nome do Estado, sendo-lhes permitido recorrer aos mecanismos de expropriação que o próprio Estado possui para retirar a posse de terrenos privados aos respectivos proprietários, em nome do superior interesse público. Existem assim disposições legais que asseguram ao Estado a possibilidade de este tomar posse de todas as terras privadas necessárias à construção de uma infraestrutura, desde que compense os antigos proprietários por um valor justo definido de forma arbitral, fora de regras de mercado (Ferreira 2008). Os contratos de concessão dão a possibilidade ao concessionário de se substituir ao Estado neste processo de expropriação.

A posse das parcelas de terreno que suportam a infraestrutura é do Estado<sup>1</sup> ou, no máximo, reverterá para o Estado no fim dos contratos. Esta é uma garantia básica que a globalidade da infraestrutura construída é, no essencial, pública, independentemente de quaisquer outros arranjos e negociações com privados que possam ser postas em prática para que tudo esteja pronto a ser disponibilizado ao público consumidor.

É absolutamente impensável a existência, no futuro, de um provimento totalmente privado de autoestradas quer porque a aquisição de terrenos de acordo com as regras de mercado, fora de processos de expropriação, levaria a investimentos iniciais ainda mais elevados quer porque a natural exiguidade dos corredores de território disponível levaria à impossibilidade do surgimento de infraestruturas concorrentes.

---

<sup>1</sup>Para o caso da concessão BRISA, consultar o Decreto-Lei n.º 294/97 - Anexo Base IV "Natureza dos bens que integram a concessão"

## 7.1 O monopólio “natural” do provimento de infraestrutura rodoviária

Como referido por Mateus et al. (2011), as economias modernas são economias mistas constituídas por uma mistura entre sector privado e sector público, não existindo um consenso sobre a linha divisória de separação entre ambos.

Este é, ainda hoje, o domínio de um intenso debate político no qual os defensores de uma maior prevalência do Estado alinharam com as chamadas tendências ideológicas de esquerda, enquanto que a “direita” defende a prevalência do sector privado. É hoje impensável pensar numa economia exclusivamente de sector privado ou exclusivamente de sector público (Mateus et al. 2011 pp. 628-629).

Desde o final da Segunda Guerra nos anos de 1940 que tem existido um peso crescente das despesas totais do Estado, o que tem introduzido no debate político contemporâneo a ideia de, em Portugal e na Europa, terem-se ultrapassado limites razoáveis ao crescimento de despesa e dívida do sector público.<sup>2</sup>

Esta noção conduz parte da opinião pública a ser favorável à diminuição desse peso do Estado. Os momentos de crise económica sentidos desde 2009, na qual o nosso país esteve envolvido de forma destacada, certamente terão agudizado esta percepção.

Todavia esta preocupação, saudável, com as contas do Estado não pode desviar a atenção que, por outro lado, o público tem vindo a adquirir, nas últimas décadas, sobre a necessidade do Estado intervir para corrigir múltiplas situações ditas de *falência do mercado*, quer na provisão de bens públicos quer na correção de externalidades negativas (Mateus et al. 2011).

Apesar de, tanto quanto aqui nos interessa e como já vimos, as infraestruturas rodoviárias acabarem por não encaixar, em plenitude, na definição de bens públicos puros, o caso do provimento de infraestruturas rodoviárias, que nos preocupa nesta dissertação, deverá exigir a intervenção do Estado em dois aspectos:

- na provisão de bens:
  - a disponibilidade de solo na forma de corredores viários é muito escassa, de tal forma que a existência dumha oferta por múltiplas infraestruturas competidoras entre si, em mercado aberto, pela mesma procura é obviamente impossível;<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup>para uma introdução a este debate podemos socorrer-nos de Pereira (2012), para ter uma indicação dos primeiros esforços da aplicação de limites à despesa e ao investimento públicos podemos consultar os elementos do Programa de Estabilidade e Crescimento apresentados pelo governo português aos parceiros comunitários (Direcção Geral do Orçamento 2001).

<sup>3</sup>Além do mais, a necessidade de corredores viários é naturalmente crescente perante densidades populacionais igualmente crescentes, fazendo com que compita de forma progressivamente mais intensa com outros usos do solo o que tornando o seu provimento progressivamente mais difícil.

- na correcção de externalidades negativas, em múltiplos aspectos, como, por exemplo:
  - garantir condições de circulação em segurança;
  - evitar o congestionamento das vias;
  - garantir que as vias existentes se adequam à sua finalidade (vias de carácter urbano com tráfego local e de baixa velocidade, vias de ligação regional com tráfego segregado não afetado pela circulação local, etc.);
  - minimizar a poluição e a produção de gases com efeito de estufa.

Perante estas circunstâncias, a provisão de infraestruturas rodoviárias exige uma forte e clara intervenção do Estado no seu provimento, sobretudo a questão de como financiar esse provimento da forma mais eficaz e equitativa.

Como já vimos, estes equipamentos têm elevados valores de investimento inicial, que dificulta o seu financiamento, sobretudo no quadro de uma necessidade política de redução da despesa do Estado.

A introdução de portagens parece, para muitos, a solução de financiamento mais fácil e equitativa, ao retirar o peso dessa despesa das contas do Estado e ao fazê-la incidir sobre a comunidade dos utentes do equipamento.

Nesta perspectiva redutora falta contabilizar algo de muito importante: as referidas externalidades, das quais se destaca o congestionamento rodoviário. Ao penalizar o atravessamento duma autoestrada, sujeitando os respectivos utentes ao pagamento de uma portagem, certamente uma parte do tráfego que poderia atravessar a autoestrada vai acumular-se em estradas alternativas, provocando o seu congestionamento.

Apesar de a administração destas estradas ser, na sua maioria, responsabilidade dos municípios, o Estado é igualmente o último responsável pela oferta geral de infraestrutura, quer se trate de autoestradas ou outras estradas de categoria inferior. Assim, tendo a noção da existência de custos atribuíveis ao congestionamento, com a introdução de portagens o Estado está a impor simultaneamente duas penalidades aos cidadãos: o custo da portagem e a penalidade correspondente à introdução ou aumento do congestionamento nas vias alternativas. No fundo, ao introduzir a limitação que a portagem constitui, o Estado só não falhará na missão de prover infraestrutura rodoviária se existirem vias alternativas não portajadas isentas de congestionamento.

## **7.2 Congestionamento de tráfego: rivalidade no consumo e a necessidade de cobrar um preço**

No tempo, cada vez mais longínquo, em que a posse de um automóvel, como bem pessoal ou familiar correspondia à aquisição de um bem de luxo, ao alcance de um número reduzido de famílias, o congestionamento das vias era uma situação pontual, decorrente de situações acidentais ou da

impreparação da sociedade para conviver ocasionalmente com o automóvel.

Nesse estado de coisas, nessas épocas, claramente a parca infraestrutura rodoviária disponível correspondia a bens não-rivais e não-exclusivos: não existiam externalidades negativas importantes nem quaisquer restrições sistemáticas à circulação e, portanto, não fazia qualquer sentido sequer pensar em estabelecer qualquer tipo de limitações. De igual forma não existia despesa substancial em novas infraestruturas, pelo que não haveria necessidade de o Estado obter receitas específicas para as cobrir.

Portugal foi um dos primeiros países do mundo<sup>4</sup> a ter a sua própria autoestrada em 1944 (Leite 2012): um curto troço entre Lisboa e o Estádio Nacional do Jamor, que demorou quase outros 15 anos a ser acompanhado de outros troços. Era uma via largamente desimpedida e claramente *não-rival*.

Hoje, dado o elevado número de mais de 5 milhões de veículos (só de veículos ligeiros) em circulação no nosso país, é muito fácil ocorrerem situações de congestionamento, especialmente tendo em conta a forma muito desequilibrada como a nossa população se distribui, em maior quantidade junto das grandes cidades e do litoral do país.

Apesar do intenso programa de desenvolvimento de autoestradas e do restante plano rodoviário nacional, existem troços de estrada nacional em áreas críticas, com apenas duas vias de rodagem sujeitos a volumes de tráfego muito elevados da ordem dos 40000 veículos/dia TMDA e superiores. Em alguns destes troços, a elevada procura local soma-se a tráfego evadido das autoestradas próximas em resultado da inconveniência da cobrança de portagens.

De igual forma, a circulação em volta e junto das duas grandes cidades apresenta fenómenos de absoluta saturação: volumes de tráfego TMDA superiores a 150000 veículos (além do já referido caso da Ponte 25 de Abril, o mesmo acontece na Autoestrada do Estoril A5 em Lisboa e na VCI, via de circulação à cidade do Porto). Dentro destas cidades são muito frequentes os episódios de bloqueio de algumas vias principais em hora de ponta, devido a acidentes ou à mera saturação.

Este estado de coisas coloca-nos perante uma situação nova: o congestionamento, além de ser um factor de rivalidade no acesso à infraestrutura rodoviária, pode atingir um nível tal que exija medidas de exclusão para, literalmente, estancar, de forma sistemática e repetida, o acesso de um número de veículos que teima em se tornar excessivamente elevado.

A necessidade destas medidas de exclusão decorre também de externalidades decorrentes do elevado número de veículos em circulação como a degradação da qualidade do ar, a elevação excessiva dos níveis de ruído ambiente, o congestionamento dos sistemas de estacionamento automóvel nos centros urbanos e o excesso de produção de gases de estufa.

As medidas de exclusão não têm de passar apenas pela colocação de um preço no acesso ou uso

---

<sup>4</sup> A primeira autoestrada experimental alemã foi inaugurada em 1921 (Encyclopedie Britannica 2001)

da infraestrutura. Em várias cidades do mundo tem vindo, ao longo dos anos, a ser implementadas múltiplas formas de exclusão como, por exemplo, a proibição de circular veículos consoante a paridade dos números da matrícula, ou do ano de fabrico, etc. Em algumas cidades como, por exemplo, Lisboa avançou-se para a proibição total da circulação de veículos antigos sem catalisador de gases de escape.

A microeconomia tem uma resposta pronta para esta situação: nas situações de congestionamento, existe um consumo excessivo do bem infraestrutura porque, na realidade, ao consumidor não é cobrado qualquer tipo de preço ou é cobrado um preço, na forma de portagens e outras taxas, que não reflete os reais e efetivos custos do congestionamento rodoviário.

Antes de avançarmos, tentemos analisar um pouco melhor a forma como os impedimentos à normal circulação se formam com o crescente aumento da procura.

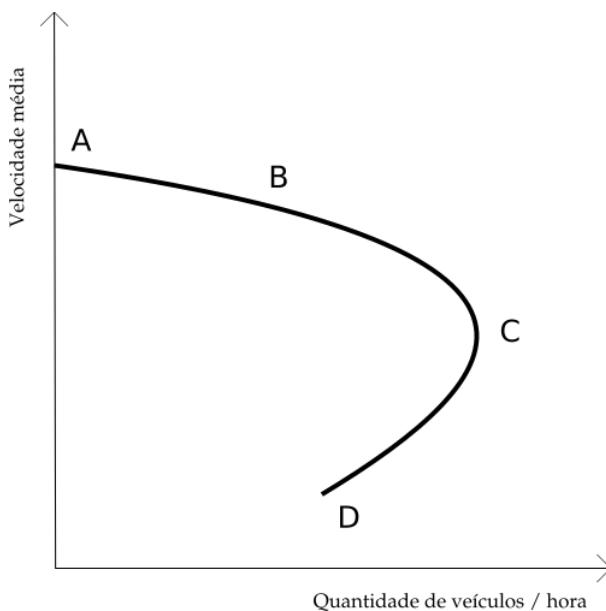


Figura 3: Relação entre velocidade e fluxo de tráfego, fonte: Newbery (1990)

O gráfico da Figura 3, produzido num detalhado estudo de tráfego realizado na década de 1980 em Hong Kong, mostra-nos a relação entre a velocidade média dos veículos e o fluxo ou volume de tráfego comportado por uma via.

Quando a procura pela via é ainda baixa, por exemplo fora de hora de ponta – de madrugada, a velocidade verificada poderá estar próxima do máximo permitido. Isso corresponde ao início da curva, ao alto à esquerda do gráfico (A).

À medida que a procura aumenta, o fluxo aumenta correspondentemente. Perante a ocupação da via por um número crescente de veículos não só o espaço disponível para cada veículo diminui como também, com frequência crescente, os veículos circulando a maior velocidade são barrados pelos que

circulam mais lentamente, obrigando-os a efectuar ultrapassagens. O efeito conjugado de ambas as situações provoca uma diminuição geral da velocidade de circulação, correspondente à parte da curva, no cimo do gráfico, que desce ao mover-mo-nos da esquerda para a direita (B). Se a procura continuar a subir, as condições descritas agravam-se. Perante o atingir de um limite físico relacionado com as características físicas da via (C), a velocidade média continua a diminuir e, agora, o próprio volume de tráfego começa também a diminuir, uma vez que à baixa velocidade média atingida correspondem tempos de deslocação elevados: o ritmo de saída de veículos não compensa o ritmo da entrada e os veículos acumulam-se crescentemente num espaço disponível cada vez mais exíguo. Esta é a situação correspondente ao extremo inferior da curva do gráfico (D).

A disponibilidade de vias de circulação adicionais permite aumentar o valor de fluxo, ou volume de tráfego, máximo, fazendo com que a curva do gráfico possa aumentar para a direita. Essa é muitas vezes encarada como a forma habitual de resolver problemas de congestionamento sistemático. Contudo existem limites óbvios a esta solução: isso exige uma ocupação de solo adicional e, como as condições de tráfego mais intenso tendem a acontecer junto aos aglomerados populacionais mais densos, esta necessidade tem maior tendência a ocorrer onde o solo é mais caro, já nem sequer está disponível ou, estando ainda disponível, é descontínuo e não facilita a definição de corredores viários.

Deste ponto de vista faz todo o sentido colocar um preço no consumo de infraestruturas.

A forma mais directa que existe de cobrar tal preço é pela cobrança de portagem. Contudo, perante o que atrás ficou dito, a cobrança de portagens na maioria das autoestradas é, na verdade, profundamente contraproducente ao colocar um preço e uma restrição de circulação numa via, por natureza, desimpedida e para a utilização da qual os automobilistas deveriam ser até incentivados.

Analisemos brevemente os custos económicos do congestionamento de tráfego como auxílio do gráfico da Figura 4.

Como podemos ver, o fluxo ótimo (entendido como volume de tráfego medido em número de veículos por unidade de tempo) seria  $F^*$ , correspondente ao cruzamento da curva da procura com a curva do custo marginal. Este é o ponto em que o benefício social da entrada de um novo veículo iguala o custo social dessa mesma entrada. Contudo, na realidade, o fluxo verificado é, em regra, superior ( $F_a$ ). A área sombreada do gráfico que liga os pontos A, B e C representa a *perda de bem-estar social* decorrente da utilização da estrada por  $F_a$  veículos, acima de  $F^*$ .

Os condutores dos veículos adicionais (correspondentes à diferença entre  $F_a$  e  $F^*$ ) não têm noção do impacto efetivo da sua presença sobre os veículos  $F^*$  que já se encontram a circular. Na verdade, o custo da entrada do veículo correspondente a  $F_a$  tem um custo correspondente ao tamanho da linha  $F_a - A$  quando o benefício social dessa entrada corresponde na realidade ao comprimento  $F_a - B$ , muito menor.

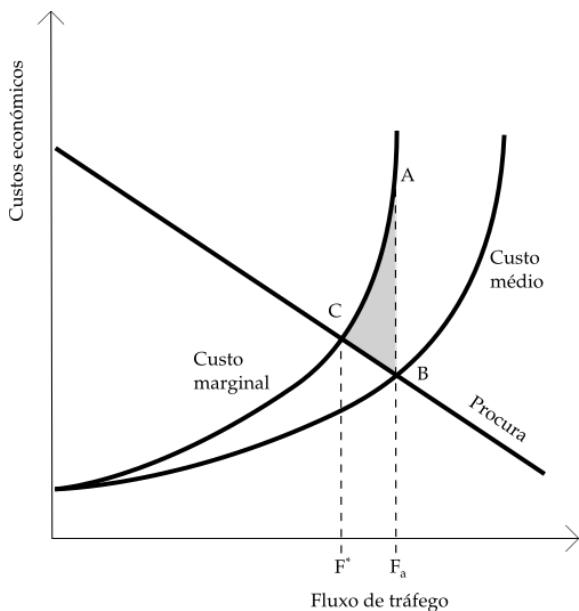


Figura 4: Custos económicos do congestionamento, fonte Mateus et al. (2011)

Apesar disso, é expectável que seja atingido um equilíbrio quando o valor da procura iguala o custo médio, do qual os condutores já deverão ter noção, incluindo o custo de oportunidade de cada condutor correspondente ao tempo gasto em viagem que poderia, entre outras, ser despendido com uma actividade produtiva, geradora de rendimento.

Assim, a necessidade da existência da cobrança de um preço nas vias habitualmente sujeitas a condições de congestionamento será uma consequência lógica a extrair da Figura 4 e dos parágrafos anteriores. Ao adicionar o valor desse preço ao custo médio suportado por cada condutor, a curva do custo médio deslocar-se-á para a esquerda, aproximando-se da curva do custo marginal. Dessa forma o fluxo efetivo será mais próximo do fluxo ótimo  $F^*$ .

Contudo, como foi atrás explicado, os custos de congestionamento não são, ou podem não ser, óbvios para uma porção significativa dos automobilistas em circulação. Assim é expectável que a cobrança de taxas que cubram tais custos possa enfrentar uma oposição pública considerável. Em consequência, a preparação, introdução e justificação de medidas deste tipo deveriam ser feitas com o maior rigor e transparência possíveis.

### 7.3 A necessidade de uma avaliação de custo-benefício completa

Em conclusão a este capítulo sobre o carácter público das infraestruturas rodoviárias, é importante salientar a necessidade de, nos projetos de infraestruturação rodoviária, haver um cuidado maior em

proceder não só à habitual avaliação de custo-benefício (ACB) *ex-ante*<sup>5</sup> mas também, de um modo *ex-post*, manter uma avaliação ACB atualizada que permita fundamentar e orientar decisões, entre várias, como a introdução ou alteração de valores de portagem.

Esta avaliação tem que se focar no benefício líquido social decorrente da existência da infraestrutura e do real impacto socioeconómico sobre a comunidade dos potenciais utentes e sobre uma área de influência real, abrangente, incluindo as áreas servidas por estradas alternativas.

Da análise produzida em Rodrigues (2007) verificamos que, na prática dos estudos de ACB em projetos portugueses, a definição e contabilização de custos tem habitualmente um destaque muito acentuado perante a contabilização de benefícios. A possibilidade de contabilizar efeitos positivos na economia local, nomeadamente daqueles que, por via fiscal, teriam reflexo direto nas contas do Estado é remetida para “análises económicas” que são apenas veladamente referidas na fonte referida.

Assume-se aqui ser esse um domínio de análise que, apesar de extremamente interessante, representa um nível de exigência que transcende os limites definidos para esta dissertação e, por essa razão, não será aqui desenvolvido.

Assim, continuando a discutir a existência de autoestradas e a cobrança de portagens, seguir-se-á a prática portuguesa habitual: centrar-nos-emos em avaliações e comparações de custos em diferentes cenários. O objectivo da análise será o de tentar comparar o valor de portagem cobrada com os custos de congestionamento, em estradas alternativas, induzidos pela cobrança da dita portagem.

Todavia, é importante salientar que o objectivo principal que deveria orientar a tomada de medidas legislativas e administrativas sobre estas matérias deveria ser a minimização da globalidade dos custos sociais envolvidos: se a aplicação de uma medida melhora um determinado item de receita (cobrança de portagem) mas que induz custos sociais acrescidos, isso revela que esses custos ou não estão a ser devidamente avaliados ou que o Estado se está a furtar a assumi-los como devido.

---

<sup>5</sup>Como vemos em Rodrigues (2007) existe a prática da realização de este tipo de estudos de avaliação como suporte à decisão de construir nova infraestrutura.



## 8. A minimização do custo social

Como vimos atrás na subsecção 3.1.2, existe em Portugal, desde 2009, uma pressão pública importante no sentido que *os beneficiários de cada serviço público cubram os custos do mesmo*.

Contudo, Newbery (1987), num “working paper” produzido para o Fundo Monetário Internacional (FMI), fazia uma referência muito clara à necessidade de contabilizar com clareza os “road use costs” (custos de utilização) e equilibrá-los com correspondentes “road user charges” (cobrança de taxas de uso).

Não podemos esquecer que uma parte dos custos globais de circulação rodoviária são internalizados na forma de, no todo ou em parte, custos de combustível, aquisição de veículos, custos de manutenção dos mesmos, etc. Assim, a análise que é produzida deste ponto em diante diz apenas respeito à contabilização de custos externos.

Segundo Newbery (1987), a cobrança deste tipo de custos corresponderia, já na década de 1980 e em vários países, a parte das receitas de um conjunto de taxas sobre o consumo de combustível, sobre a aquisição de veículos novos, etc.

Este autor distingue com clareza as situações do transporte de mercadorias do transporte de passageiros.

Os custos de infraestrutura atribuíveis ao transporte de mercadorias correspondem a um custo intermédio que irá refletir-se no preço final de múltiplos produtos. Assim, ainda segundo Newbery, os custos a imputar a este tipo de transporte rodoviário deveriam corresponder essencialmente ao custo marginal de manutenção das vias. O principal custo de manutenção de vias é o custo associado à degradação da camada superior do piso de rodagem. É evidente o papel principal que os veículos pesados de mercadorias (Newbery 1987) assumem neste desgaste, sendo assim particularmente consequente a assunção preferencial dos custos marginais de desgaste por este tipo de veículos.

Em contraste, o custo a imputar ao transporte rodoviário de passageiros, em especial aquele efetuado em veículo de transporte individual, deveria ser alvo de uma taxação completa refletindo a totalidade das externalidades a cobrir.

Assim, do ponto de vista de Newbery, a cobrança integral da totalidade dos custos externos a considerar poderá repartir-se entre a cobrança de taxas e impostos indirectos e a implementação de

sistemas de “road pricing”.

A implementação de sistemas de “road pricing” tem vantagem clara de permitir a colocação de um preço no fluxo de tráfego, claramente internalizando, pelo menos, os custos de congestionamento, tal como atrás defendido na secção 7.2.

Para centrarmos a nossa análise (e, em especial, o estudo empírico a efetuar mais à frente no Capítulo 9) em torno do equilíbrio ou da minimização do custo social das infraestruturas rodoviárias, precisamos de ter ideias claras sobre metodologias de contabilização e fontes possíveis de dados, o que será feito no ponto seguinte.

## 8.1 Categorização e contabilização de custos

Seguindo Newbery (1987) e RICARDO - AEA (2014) podemos categorizar os custos externos duma infraestrutura rodoviária da seguinte forma:

- custos de congestionamento;
- custos associados à sinistralidade;
- custos de poluição;
- outras externalidades não especificadas;
- custos de desgaste e manutenção das vias.

A preocupação central desta dissertação é a de contabilizar custos decorrentes do desvio de tráfego que poderia circular em autoestrada através de percursos alternativos com um carácter muitas vezes urbano ou periurbano. Desse ponto de vista serão importantes os custos de congestionamento, normalmente indexados ao tempo de viagem acrescido (Newbery 1990). Contudo, o impacto do desvio de tráfego ou da não utilização de autoestradas manifesta-se também em custos associados à sinistralidade, ao ambiente, etc.

Em todos estes aspectos, precisaríamos de obter custos indexados ao volume de tráfego ou ao , uma vez que é esta a principal variável afetada pela cobrança de portagem. Todas as categorias de custo onde tal se revele impossível, excessivamente complexo ou de relevância difícil de definir, são colocadas de fora da análise efetuada.

Para muitos dos itens ou categorias referidas, a metodologia da definição um preço pode ser especialmente complexa. Em casos como a poluição atmosférica, importa contabilizar danos que podem-se manifestar na sua plenitude apenas no médio ou longo prazo. Quando se torna necessário valorizar preferências individuais, existem duas abordagens para este efeito (RICARDO - AEA 2014):

- contabilizar a “willingness to pay” (WTP - disponibilidade para pagar) pela melhoria que remove o impacto negativo;

- contabilizar a “willingness to accept” (WTA - disponibilidade para aceitar) uma compensação pelo dano sofrido ou a sofrer, assumindo que o impacto negativo não pode ser removido.

No caso dos custos de congestionamento, que genericamente podemos designar “custos de acesso a infraestrutura” ou “custos de acesso ao sistema de transporte público”, a abordagem habitual é WTP:

- cálculo de estimativas sobre o valor atribuído à disponibilidade de tempo;
- cálculo de um preço WTP a pagar por acessos limitados à infraestrutura ou ao sistema de transportes.<sup>1</sup>

A abordagem WTA é sempre uma alternativa possível caso a abordagem WTP seja demasiadamente difícil ou impossível de implementar.

De seguida, veremos algumas das categorias principais de custos externos em algum detalhe.

### **8.1.1 Custos associados à sinistralidade**

Este é um domínio particularmente difícil de abordar e não apenas pela dificuldade em valorizar financeiramente a vida ou o sofrimento humanos.

Uma parte dos custos de sinistralidade está, à partida, internalizada no pagamento de prémios de seguro (Newbery 1987). Assim, contabilizar custos externos associados à ocorrência de acidentes rodoviários exige uma análise altamente especializada que está fora dos objetivos desta dissertação.

Desviar tráfego para uma autoestrada afasta os veículos automóveis de pedestres e condutores de velocípedes mas, em contrapartida, fomenta a deslocação a velocidades elevadas o que muitos consideram um fator de risco de acidente muito significativo.

Um relatório técnico sobre a introdução de dispositivos de limitação de velocidade em certos tipos de veículo, na sequência da aplicação de uma diretiva comunitária de 2013 indica nas suas conclusões:

*“It should be noticed, however, that speed limiters are an effective way to improve traffic safety on motorways. When introduced for LGVs, fatal accidents on motorways would be reduced by 16% or 28% (110 and 100 km/h speed limiter, respectively).”*  
 (LGV: veículos ligeiros de mercadorias) (Transport & Mobility Leuven 2013, 125)

No limite, poderemos imaginar cenários em que a sinistralidade nas autoestradas potencie a ocorrência de acidentes de diferentes tipologias ou a ocorrência de menor número de acidentes mas mais graves em comparação com as estradas alternativas.

---

<sup>1</sup> Exemplo: disponibilidade para pagar por um lugar de 1<sup>a</sup> classe em transporte ferroviário de médio e longo curso como forma de ter maior conforto na viagem e possibilidade de trabalhar durante a viagem.

Em Newbery (1987) e Newbery (1990) é citado o *US Federal Highway Cost Allocation Study* de 1982, no qual se dizia:

*"Quantitative estimation of accident cost and vehicle volume relationships, however, has not yet proved satisfactory.."*

Passaram-se entretanto cerca de 35 anos sobre o momento de produção desta frase e estão disponíveis, por exemplo em RICARDO - AEA (2014), quantificações de custos de sinistralidade associados a medidas de volume de tráfego.

Contudo, a análise detalhada deste item revelou-se excessivamente complexa para ser abordada no âmbito desta dissertação, pelo que foi decidido não considerar a relação entre congestionamento, sinistralidade e a contribuição dos respectivos custos para a metodologia a seguir no estudo empírico mais à frente.

### 8.1.2 Custos de poluição atmosférica e ruído

Newbery (1990) indica que os custos de poluição estão correlacionados com os custos genéricos de congestionamento, devendo inclusivamente seguir os mesmos padrões de ocorrência no espaço, uma vez que como vemos na figura 5 , por exemplo, a emissão de poluentes é mais intensa a menores velocidades de circulação associadas às condições típicas do congestionamento de tráfego.

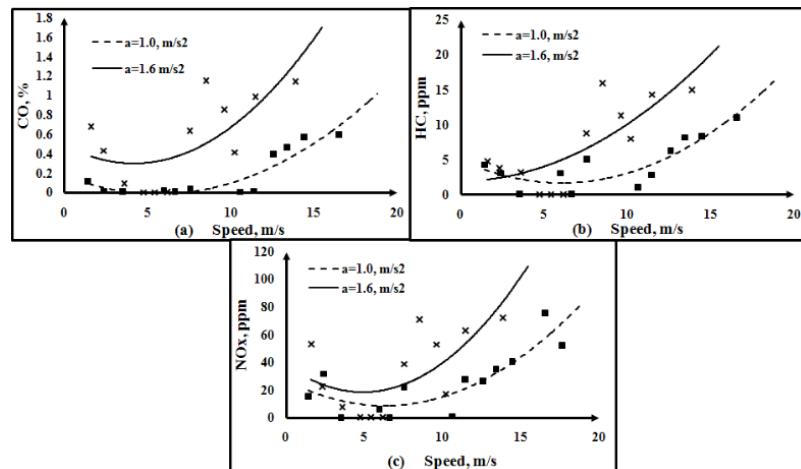


Figura 5: Efeito da velocidade nas emissões de poluentes gasosos, fonte (Bokare et al. 2013)

A sua contabilização reveste-se também de uma complexidade elevada. Para a ilustrar atentemos no seguinte diagrama adaptado de um relatório técnico de 2011 da Agência Ambiental Europeia.

Para a contabilização detalhada destes efeitos, necessitariam de confrontar espacialmente a dispersão da densidade populacional e a dispersão das concentrações de poluentes. Habitualmente,

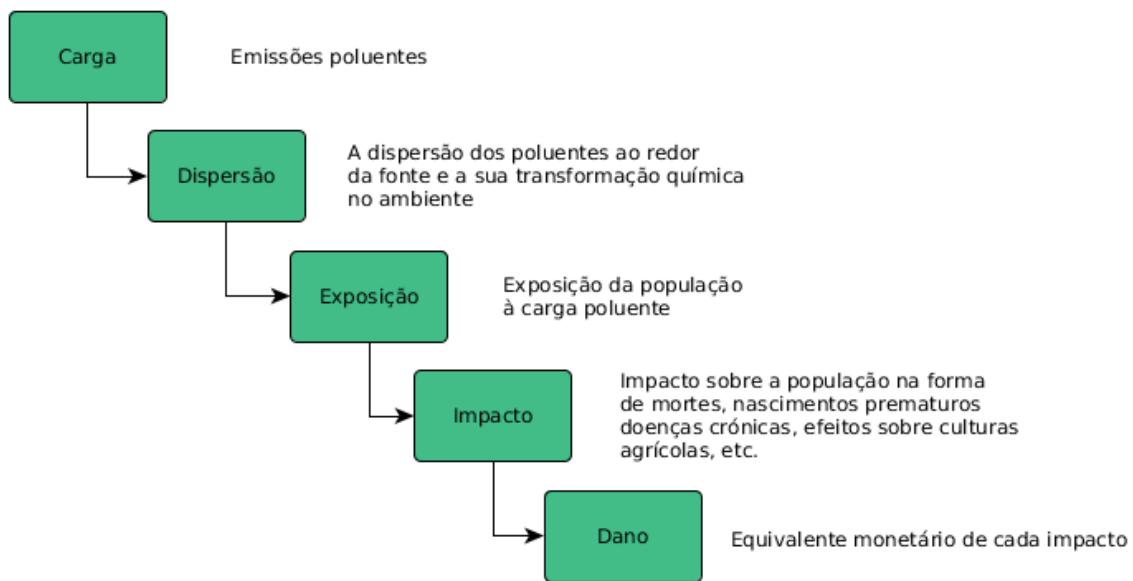


Figura 6: *Impact pathway approach*, fonte (European Environment Agency 2011)

a dispersão é tratada com modelos matemáticos de simulação dos fenómenos físicos da atmosfera e da dinâmica dos gases.

Para tratar custos deste tipo, teríamos de entrar em linha de conta com o facto de alguns gases, como por exemplo o dióxido de carbono, terem atribuídos valores de mercado.

Também aqui, uma análise detalhada deste item mostra uma complexidade excessiva e, como tal, também aqui foi decidido manter esta categoria fora do âmbito de análise desta dissertação e da respectiva análise empírica.

### 8.1.3 Custos de degradação da camada superficial

A degradação da camada superficial do piso está directamente relacionada com a “carga por eixo” dos veículos possui uma forte correlação com o tráfego de veículos pesados de mercadorias (Newbery 1990).

Para a análise empírica mais à frente no Capítulo 9, os dados obtidos não incluem quaisquer indicações de cargas por eixo ou de carga associada à intensidade de tráfego de veículos pesados.

Seguindo também a indicação de Newbery (1987) e Newbery (1990) da cobrança dos custos marginais de desgaste ser atribuída especificamente à circulação de veículos pesados de mercadorias, de forma separada, sem reflexo sobre os veículos leves e de passageiros, foi decidido não os abordar na análise empírica efectuada.

#### **8.1.4 Custos de congestionamento**

Os custos de congestionamento são também particularmente difíceis de contabilizar. Contudo tendo estes um papel central na argumentação desta dissertação, será usada aqui uma abordagem simplista que nos permitirá retirar algumas conclusões com interesse.

A abordagem simplista aqui usada consiste na aplicação de fatores lineares, custos de congestionamento que variam linearmente com o fluxo de tráfego e que são aplicados em diferentes contexto de variações de densidade urbana e níveis de carga do sistema viário.

Como já foi referido na secção 8.1, o cálculo genérico deste tipo de custos baseia-se habitualmente numa abordagem “willingness to pay” de valorização da disponibilidade de tempo pelos indivíduos abrangidos ou a disponibilidade para pagar um acesso reservado à infraestrutura.

Os fatores lineares usados na análise empírica do capítulo seguinte são aqui adaptados dos fatores médios, calculados para 2010, para a globalidade dos países da União Europeia a partir dos dados do modelo de tráfego FORGE do Reino Unido, retirados de RICARDO - AEA (2014).

Como RICARDO - AEA (2014) salienta, os fenómenos do congestionamento de tráfego são, por natureza, não-lineares pelo que estes custos tem de poder variar de acordo com um conjunto de condições prévias que só podem ser devidamente contabilizadas num modelo computacional. Só desta forma se poderá, entre várias possibilidades, abordar componentes estocásticas que necessariamente terão de ser avaliadas e incluídas neste processo.

Seguindo as indicações dadas na secção 7.2, a análise empírica desta dissertação centra-se nos custos de congestionamento de tráfego, usualmente decorrentes do facto de, com o nível de motorização existente nos nossos dias, ser muito fácil e até habitual a procura por uma estrada exceder a sua capacidade, o que tem como consequência o desaparecimento das condições de “*free flow*” (TRB 1998), de circulação livre, com o surgimento de dificuldades que, em regra geral, se traduzem na diminuição das velocidades médias de circulação e correspondente aumento do tempo de deslocação, que pode ir desde um valor inexpressivo até uma demora substancial que retém e afasta o automobilista e passageiros das suas atividades.

A análise empírica efectuada tem um carácter eminentemente espacial.

O caso de estudo debruça-se sobre a transferência de tráfego entre uma autoestrada, ex-SCUT – e que, por isso, foi inicialmente disponibilizada em acesso livre sem cobrança de portagem – e as estradas alternativas, perante a perspectiva de colocação ou remoção de um preço de portagem. Pretende-se estimar efeitos dessas alterações sobre o volume de tráfego, calculando valores de custos, que poderiam ser cobrados ao utente. Conclusões resultarão da comparação entre esses valores de custo e os valores de portagem cobrados.

## 9. Análise empírica

Nota: As figuras e tabelas neste capítulo provém de elaboração própria, sobre dados obtidos das fontes indicadas em cada caso.

### 9.1 Introdução

A análise empírica baseia-se na aplicação a um caso de estudo centrado na autoestrada A24 - Autoestrada do Interior Norte que liga Viseu à fronteira com Espanha, junto a Chaves, ver Figura 7. Esta figura o contorno de Portugal Continental provém da Carta Administrativa de Portugal (CAOP) 2016 da Direção Geral do Território.



Figura 7: Localização do caso de estudo - Autoestrada A24

Centrar-nos-emos nos troços que fazem a ligação entre os limites da cidade de Vila Real e Chaves. Como trajeto alternativo será considerada a Estrada Nacional N<sup>o</sup>2 entre os limites de Vila Real e o centro de Chaves.

A experimentação efetuada tem como objetivo mostrar que a cobrança de portagem na autoestrada provoca uma diminuição na respetiva procura que, necessariamente, se reflete numa transferência de viagens entre autoestrada e estrada alternativa.

Se esta estrada alternativa tiver troços cuja situação habitual é de congestionamento, ou próxima disso, por a procura que nela incide estar junto, ou já ter ultrapassado, os limites físicos de capacidade de acomodação do tráfego nesta via, a referida transferência de viagens irá agravar a situação pré-existente, criando ou aumentando congestionamento.

Coerentemente com a contextualização teórica que foi produzida nos capítulos anteriores, esta análise de congestionamento será baseada no cálculo e na comparação de custos monetários e comparar-se-á carga, ou procura, com capacidade disponível da estrada existente.

Para este efeito precisamos de:

- caracterizar o traçado geométrico das vias;
- caracterizar o relevo atravessado e as limitações à circulação que daí podem advir (inclinações acentuadas, quantidade de curvas, curvas muito acentuadas);
- caracterizar o tipo de ocupação humana das áreas atravessadas pela via e as implicações da mesma na circulação (exemplos: elevada procura, obstruções à livre circulação, passadeiras, semáforos, medidas de acalmia de tráfego, etc.);
- caracterizar o volume de tráfego existente;
- caracterizar a capacidade máxima de tráfego, para cumprir um determinado nível de serviço;
- atribuir a troços geométricos estas características;
- contabilizar custos de congestionamento em função de diferenças entre quantidade de tráfego e capacidade disponível, por troço;
- comparar custos entre diferentes cenários e com os valores da cobrança de portagem.

## 9.2 Suporte de software

A metodologia descrita nos passos seguintes exige a utilização de software de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de base de dados relacional geográfica. O software usado corresponde às versões mais recentes de:

- QGIS (SIG Desktop)
- PostgreSQL + PostGIS (Base de dados geográfica)

O software SIG Desktop permite-nos compor os mapas apresentados nas páginas seguintes. O carregamento, a manipulação dos dados e as operações de análise espacial foram executadas directamente no software de base de dados. Esta opção é tida como mais difícil, uma vez que o

SIG Desktop é considerado mais amigável para estas tarefas. Contudo, ao efetuar as tarefas de análise na própria base de dados, algumas das operações podem ser disponibilizadas na forma de “vistas” que se mantém permanentemente atualizadas, podendo os dados de base ser alterados ou completados e os resultados são calculados de forma totalmente automática.

Como o SIG Desktop se liga diretamente à base de dados, a capacidade de apresentação dos dados e resultados mantém-se permanentemente. Assim, os referidos resultados automáticos podem resultar em cartografia temática perante o simples refrescar da janela do mapa.

A utilização deste software permite-nos caracterizar a rede viária, a distribuição espacial da população, etc. num nível de detalhe tão grande quanto desejado e a resolução espacial dos dados de base o permitir.

### **9.3 Licenciamento de dados e software**

Esta análise empírica é construída sobre software e dados disponíveis sob licenciamento aberto (excepto no caso dos dados de tráfego cedidos pela Infraestruturas de Portugal, I.P.). Pretende-se que, como outras, esta dissertação possa servir de apoio pedagógico de utilização aberta e, neste ponto de vista, parece-nos importante que, pelo facto de serem usados software e dados sem limitações de licenciamento, as hipóteses e os resultados aqui apresentados poderem ser livremente testadas (as hipóteses) e reproduzidos (os resultados) em qualquer contexto.

Caso se pretenda usar ou reproduzir os dados abaixo indicados como fornecidos pela Infraestruturas de Portugal, esta entidade deverá ser previamente contactada para devidamente contextualizar e autorizar essa utilização.

### **9.4 Metodologia usada**

O ano de referência para a análise e para os preços usados é 2015.

A análise a efectuar seguirá os seguintes passos:

1. definir geometricamente os troços de estrada nacional e de autoestrada a analisar;
2. atribuir condições de relevo limitantes do tráfego rodoviário na estrada nacional;
3. atribuir níveis de ocupação humana / urbana a cada troço de estrada nacional;
4. calcular uma capacidade máxima para os troços de estrada nacional a partir dos dados de relevo e de nível de ocupação;
5. atribuir volumes de tráfego aos troços de autoestrada e de estrada nacional;

6. estimar o tráfego na autoestrada sem portagem, projectando os valores de 2009 para o ano de referência;
7. calcular a diferença entre o tráfego sem portagem e o tráfego verificado na autoestrada;
8. alocar esta diferença do ponto 7. aos troços da estrada nacional, subtraindo-o ao tráfego verificado em 2015, simulando uma transferência de viagens da estrada nacional para a autoestrada, como se não existisse de portagem;
9. calcular custos de congestionamento “existentes”, comparando o tráfego verificado em 2015 com a capacidade de cada troço de estrada nacional.
10. calcular custos de congestionamento “projetados”, calculando a diferença entre o valor do tráfego calculado no ponto 8. e a capacidade de cada troço de estrada nacional.
11. comparar a diferença entre custo de congestionamento diário total “projeto” e “existente”, da estrada nacional, com o valor diário de cobrança de portagem na autoestrada.

O detalhe de valores de tráfego e de capacidade de tráfego por troço geométrico são calculados apenas para a estrada nacional uma vez que apenas nesta será feita a contabilização de custos de congestionamento, a autoestrada é considerada descongestionada na sua globalidade.

A metodologia a usar está graficamente descrita na figuras 8, 9 e 10.

## 9.5 Contextualização geográfica

Antes de mais começaremos por um exercício de contextualização geográfica da área de interesse.

Interessa-nos, para já:

- caracterizar o traçado geométrico das vias;
- caracterizar o relevo atravessado e as limitações à circulação que daí podem advir (inclinações acentuadas, quantidade de curvas, curvas muito acentuadas);
- caracterizar o tipo de ocupação humana das áreas atravessadas pela via e as implicações da mesma na circulação (exemplos: elevada procura, obstruções à livre circulação, passadeiras, semáforos, medidas de acalmia de tráfego, etc.);

Na Figura 11, criada a partir de dados abertos dos serviços OpenStreetMap (OSM) e Shuttle Radar Topography Mission (SRTM),<sup>1</sup> vemos o contexto geográfico da área do caso de estudo sobre o fundo de hipsometria da região (retirada do SRTM). Vemos também alguns polígonos OSM para nos dar algumas pistas visuais da ocupação de solo na área de interesse. Neste mapa temos não só os traçados das duas estradas a analisar mas também alguma da restante rede viária envolvente. A

---

<sup>1</sup>SRTM em projeção PT-TM06 publicada pelo Prof. José Alberto Gonçalves da Fac. Ciências da Universidade do Porto e disponível neste endereço eletrónico

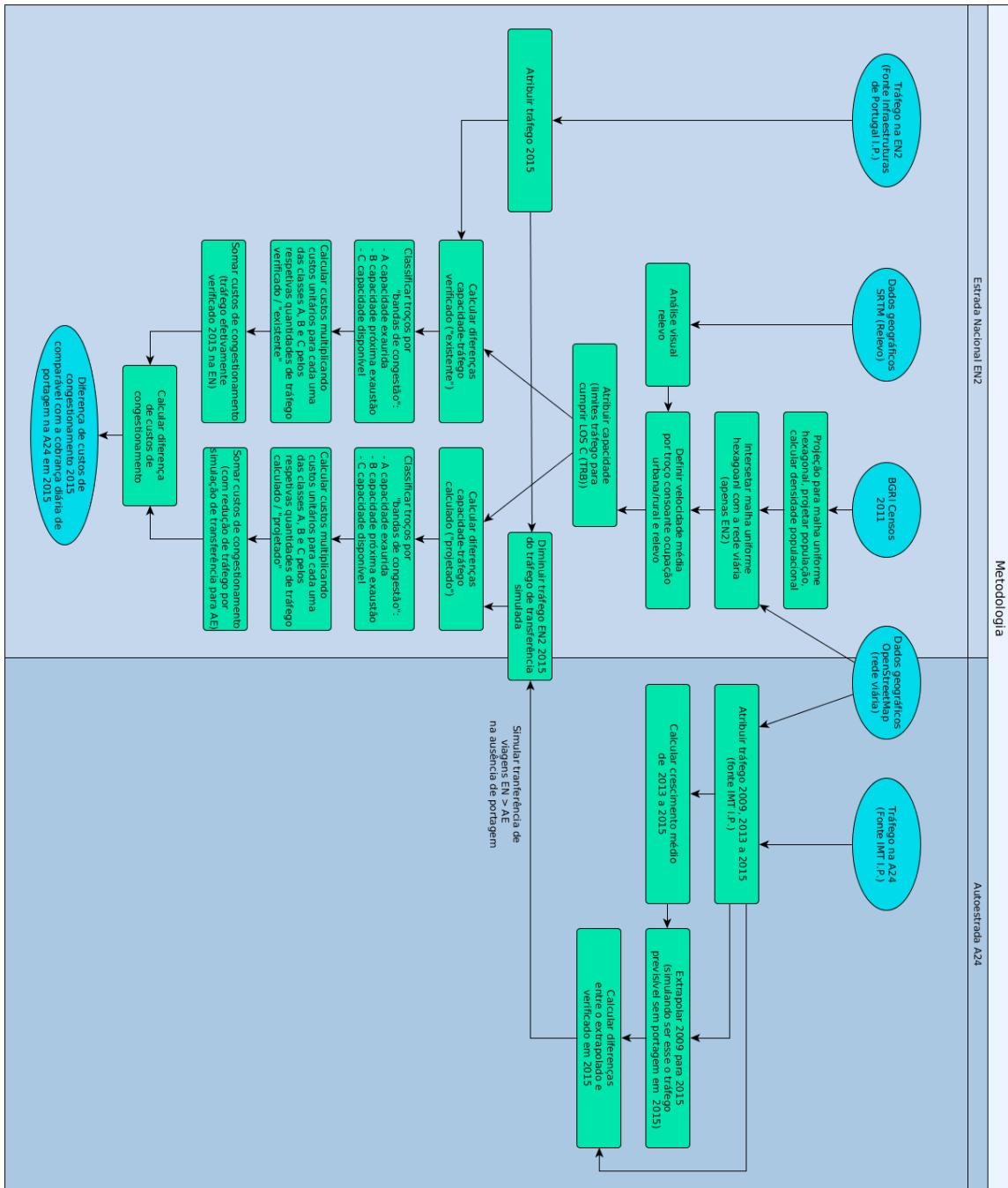


Figura 8: Metodologia geral

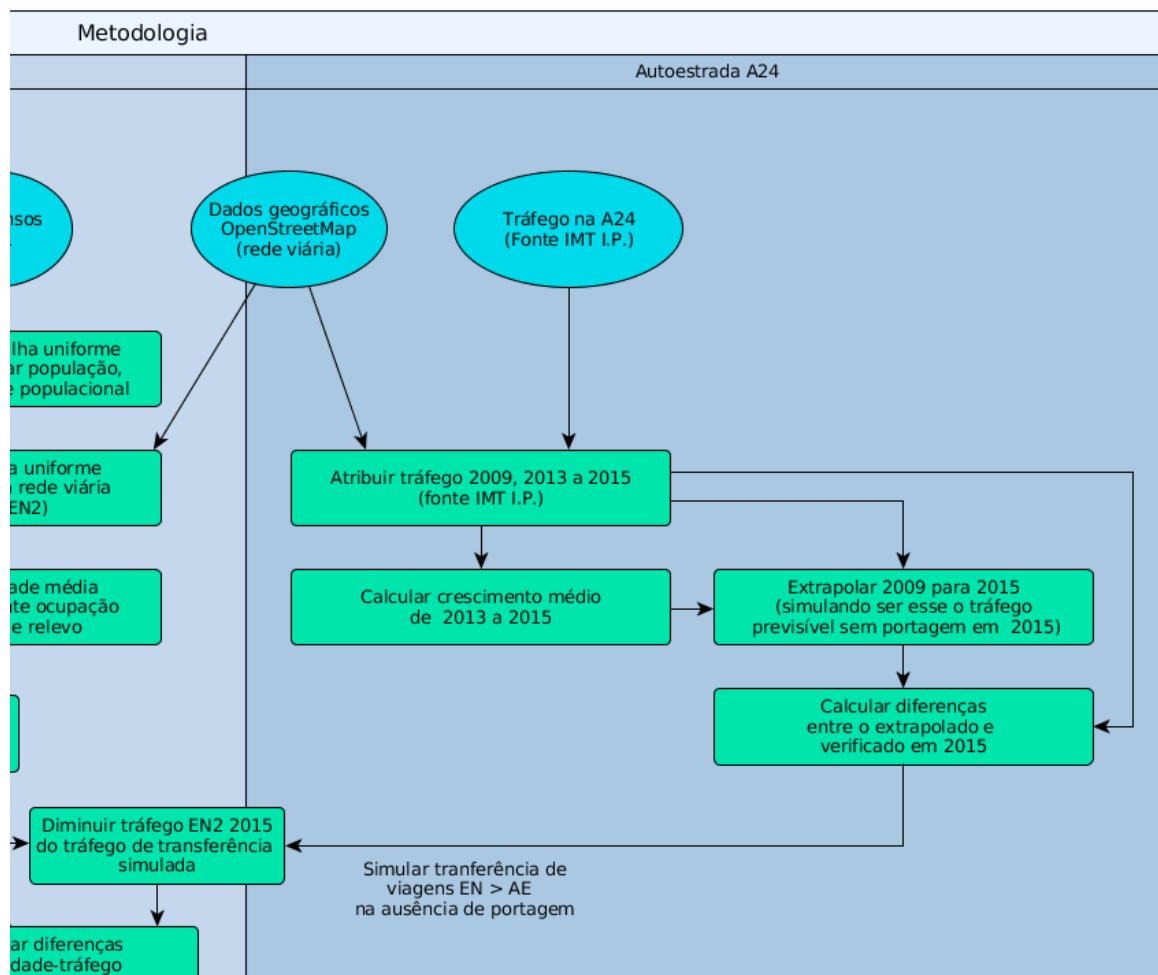


Figura 9: Metodologia (dados A24)

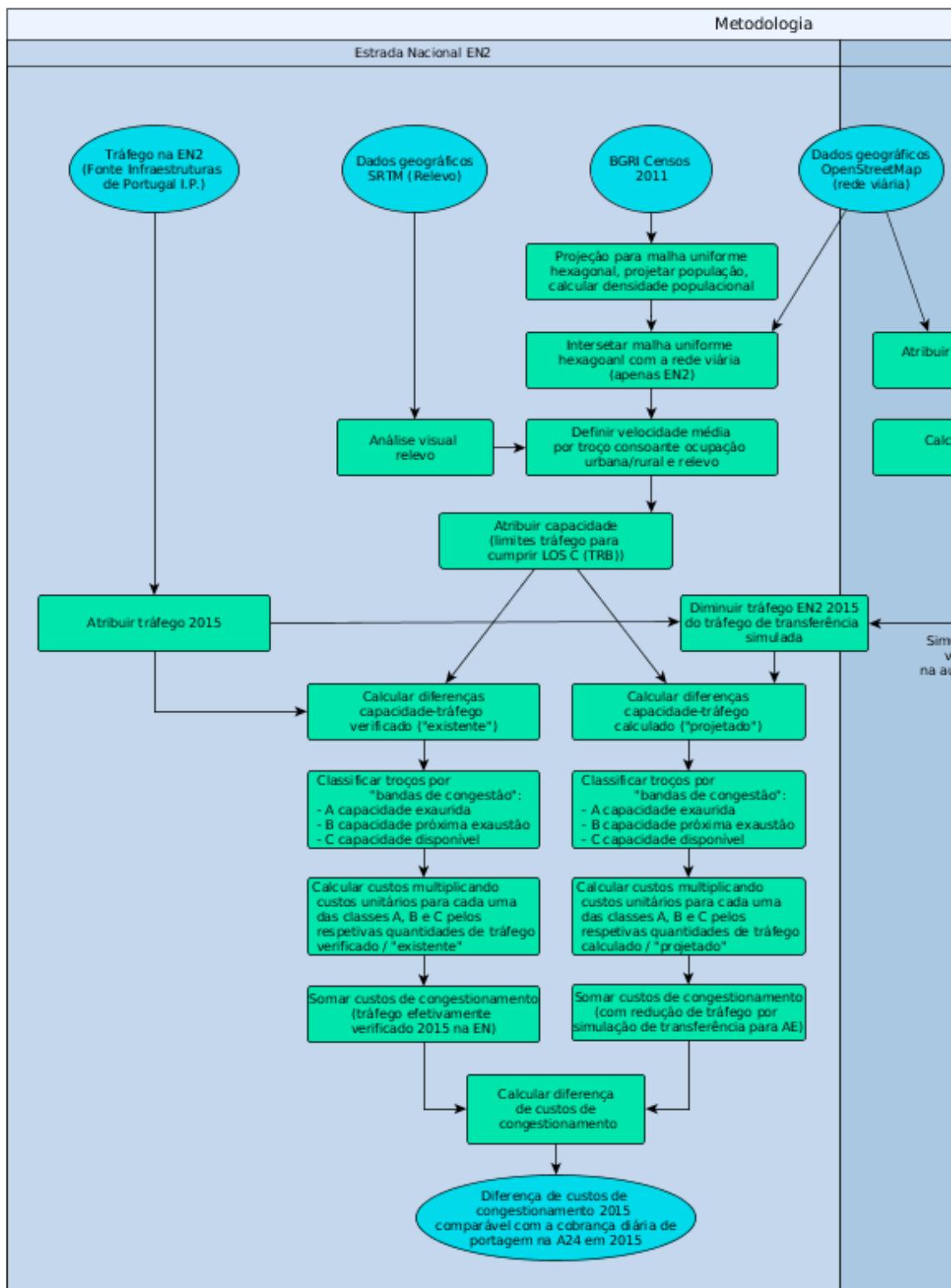


Figura 10: Metodologia (dados EN2)

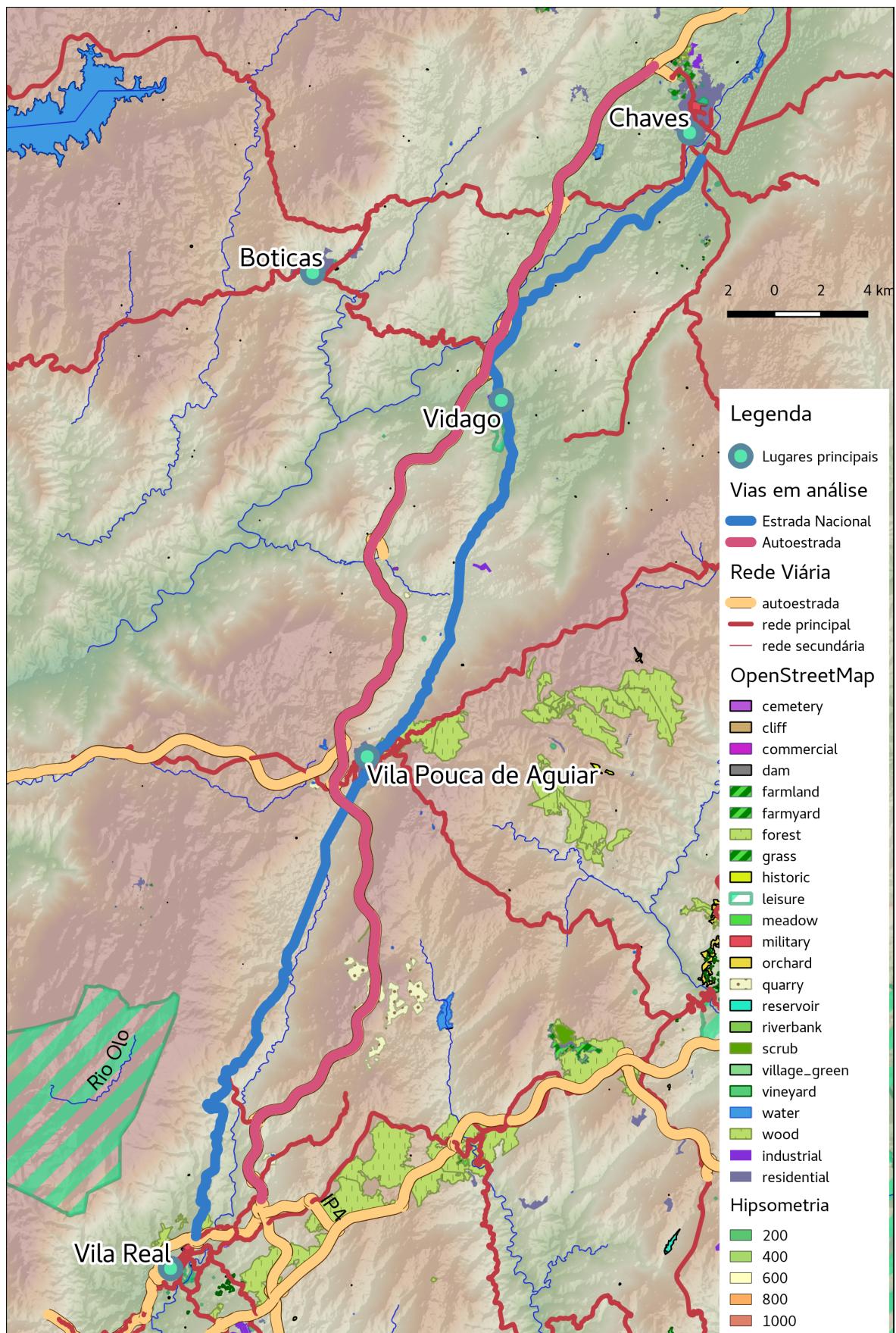


Figura 11: Contexto geográfico

hierarquia viária está caracterizada por um código de cores. Identificados com estilos diferentes do restante da rede viária, estão identificadas as vias em análise:

- a estrada nacional EN2 a azul (59,06 km de extensão)
- a autoestrada A24 a carmim (59,09 km de extensão)

## 9.6 Enquadramento geográfico: densidade de ocupação

A caracterização da ocupação humana baseia-se na informação dos Censos 2011 do Instituto Nacional de Estatística, obtida através da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI).

Os polígonos de subsecção estatística contidos na BGRI têm a configuração necessária à gestão conveniente do trabalho de recolha de campo, que não é conveniente à espacialização na forma de uma superfície analítica que descreva grandezas como a distribuição espacial da densidade populacional. Entre vários outros aspectos problemáticos, estes polígonos têm uma grande variabilidade de áreas, cobrindo o espaço em análise de uma forma muito irregular e espacialmente desequilibrada. Assim torna-se necessário transformar os polígonos da BGRI numa matriz de figuras geométricas regulares à qual os valores de população possam ser distribuídos e fazer-se a sua espacialização de uma forma mais homogénea.

Segundo os trabalhos que tem vindo a ser desenvolvidos no âmbito das chamados *Discrete Global Grid Systems* (Sahr et al. 2003) foi decidido usar uma matriz regular de hexágonos. Segundo Sahr, as matrizes de hexágonos são visualmente mais apelativas e são mais eficientes na amostragem dos dados, quer como cobertura única quer como hierarquia de matrizes sobrepostas, por exemplo para representar a informação espacializada a diferentes escalas.

A matriz usada foi definida com hexágonos cujo apotema é de 300 metros, cobrindo cada hexágono uma área de 31,177 ha, próxima da média das áreas dos polígonos de subsecção estatística que é de 34,821 ha. Na Figura 12 vemos uma célula hexagonal (linhas violeta) sobreposta às linhas fronteiras dos polígonos BGRI subjacentes (linhas negras).

Para atribuir os valores de população a cada célula hexagonal, o valor de cada célula é calculado de acordo com a equação 9.1.

$$V_{ch} = \sum_{i=1}^n \frac{V_i * a_{I_i}}{a_{T_i}} \quad (9.1)$$

Na Equação 9.1, temos que cada célula hexagonal intersecta  $n$  polígonos de BGRI e assim:

- $V_{ch}$  é o valor a atribuir a cada célula hexagonal;

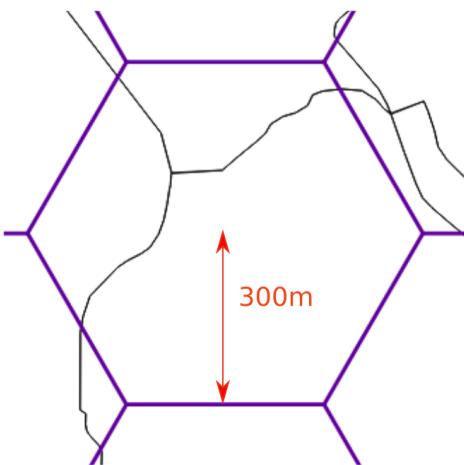


Figura 12: Dimensão da célula hexagonal

- $V_i$  é o valor de população do polígono BGRI  $i$ ;
- $a_{I_i}$  representa a área do polígono resultante da intersecção entre o polígono BGRI  $i$  e a célula hexagonal;
- $a_{T_i}$  representa a área total do polígono BGRI  $i$ .

Vemos assim que o valor da população de cada polígono BGRI (subsecção) é proporcionalmente distribuído pelas células hexagonais que o cobrem, proporcionalmente à razão entre a área de intersecção entre polígono BGRI e célula hexagonal, sobre o total da área do polígono de BGRI.

Na Figura 13, vemos uma representação temática da malha hexagonal de células já com a população atribuída e com a densidade populacional calculada. A classificação de cores corresponde a classes de densidade populacional, em habitantes por quilómetro quadrado. A classe dos valores de densidade mais baixos, menos de 20 hab/km<sup>2</sup>, foi removida para maior clareza de visualização.

## 9.7 Um primeiro produto: cálculo de custo de oportunidade

A partir dos dados de comprimento das vias anteriormente calculados, podemos fazer um primeiro exercício quantitativo simples. Poderemos tentar calcular de forma muito sumária, um custo de oportunidade usando:

- os comprimentos das estradas atrás indicados, calculados no SIG;
- velocidades médias genéricas para a totalidade da estrada nacional (50 km/h) e da autoestrada (120 km/h);
- o salário médio nacional dos trabalhadores por conta de outrem para 2015 (€ 1096.7) (Pordata 2017b).

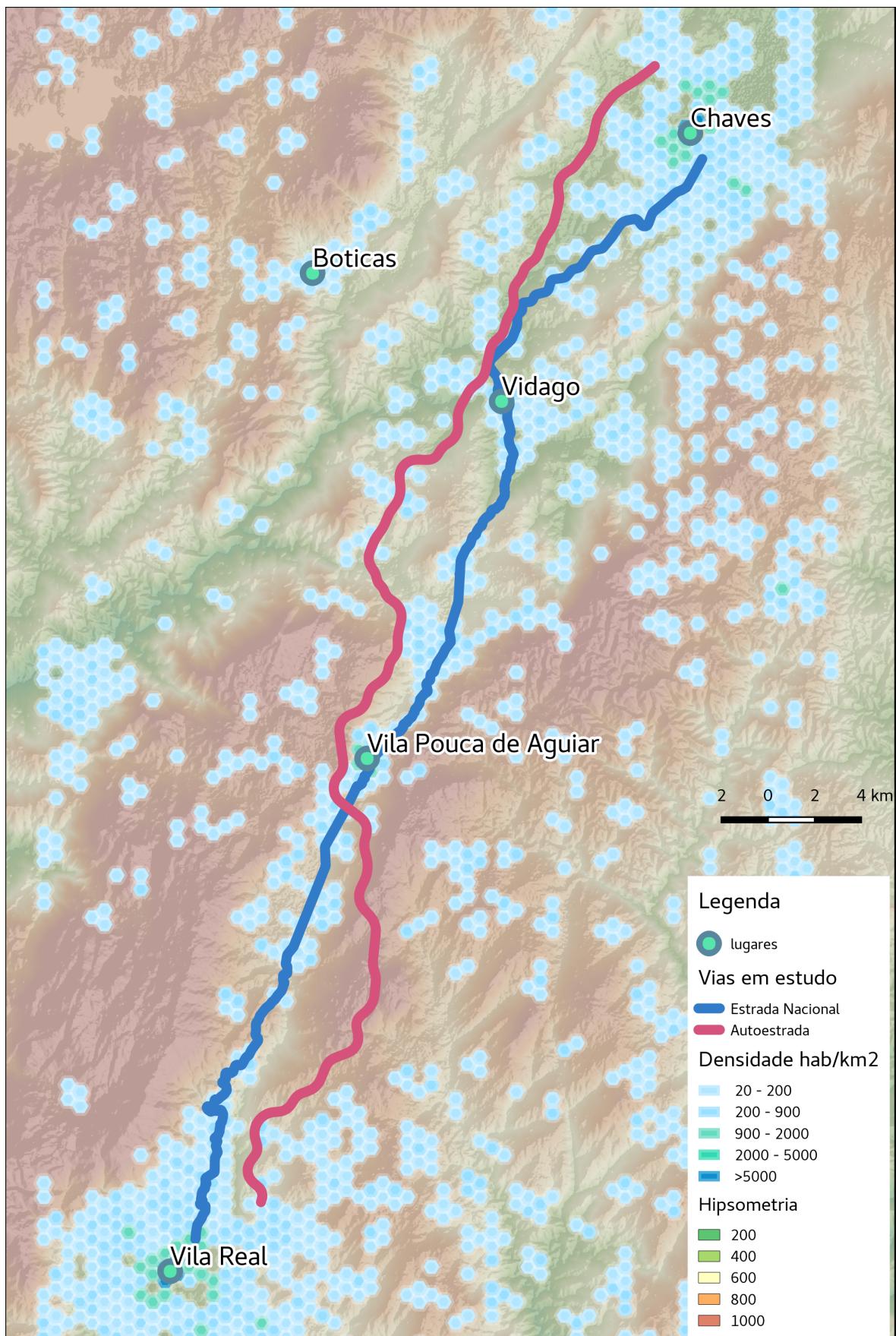


Figura 13: Contexto geográfico: densidade populacional

Calculemos então:

$$t_{EN} = 60 * \left( \frac{59.062}{50} \right) \approx 71\text{min.}$$

$$t_{AE} = 60 * \left( \frac{59.095}{120} \right) \approx 33\text{min.}$$

$$t_{diff} = 71 - 33 = 38\text{min.}$$

(9.2)

$$custo_{hora} = 1096.7 / \frac{20}{8} = €6.85$$

$$custo_{oport} = 6.85 * \frac{38}{60} = €4.338$$

Temos assim que:

- $t_{EN}$  representa o tempo de percurso na estrada nacional;
- $t_{AE}$  representa o tempo de percurso na estrada nacional;
- $t_{diff}$  representa a diferença de tempos de percurso;
- $custo_{hora}$  representa um valor horário de salário (durante horas de trabalho);
- $custo_{oport}$  será o valor final do custo de oportunidade;

Na equação 9.2 obtemos um custo de oportunidade de € 4.338 muito próximo do valor da taxa de portagem cobrada (€ 4.5). Estes valores estão abaixo do valor calculado com base na taxa de referência atualizada (€ 0,098 / km) que seria de € 5,79.

Este facto faz suspeitar que as taxas, cujo algoritmo de cálculo acaba por nunca ser publicado, possam efetivamente ser definidas com base em custos de oportunidade.

## 9.8 Continuação da análise

A análise a efectuar continuará pelos seguintes passos:

1. atribuir volumes de tráfego aos troços de autoestrada e de estrada nacional;
2. calcular uma capacidade máxima para os troços de estrada nacional;

3. estimar o tráfego na autoestrada sem portagem, projectando os valores de 2009 para o ano de referência;
4. calcular a diferença entre o tráfego sem portagem e o tráfego verificado na autoestrada;
5. alocar esta diferença do ponto 4. aos troços da estrada nacional, subtraindo-a ao tráfego verificado em 2015, simulando uma transferência de viagens da estrada nacional para a autoestrada, como se não existisse de portagem;
6. calcular custos de congestionamento “existentes”, comparando o tráfego verificado em 2015 com a capacidade de cada troço de estrada nacional.
7. calcular custos de congestionamento “projetados”, calculando a diferença entre o valor do tráfego calculado no ponto 5. e a capacidade de cada troço de estrada nacional.
8. comparar a diferença entre custo de congestionamento diário total “projeto” e “existente”, da estrada nacional, com o valor diário de cobrança de portagem na autoestrada.

### **9.8.1 Atribuição dos valores de volume de tráfego**

Manipulando a informação de base de geográfica em software adequado de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de base de dados geográfica relacional (BDGR), executou-se o carregamento dos dados de volume de tráfego disponíveis. Antes, as vias, autoestrada e estrada alternativas, foram geometricamente seccionadas de acordo com os troços para os quais estão disponíveis os dados de tráfego e, no caso da autoestrada, os dados de taxa de portagem.

Os dados de volume de tráfego são habitualmente expressos em tráfego médio diário anual (TMDA).<sup>2</sup> Para as autoestradas, existem valores publicados desde há vários anos. Para a estrada nacional foram fornecidos, a pedido, pela empresa Infraestruturas de Portugal, I.P. para troços e janela temporal bem definidos. Foi possível obter para os troços em causa os anos de 2013 a 2015 com algumas descontinuidades, com ausência de dados de 2013 para os troços de Benagouro-Flores, PAguiar-Benagouro e VPAguiar-PedrasSalgadas.

Por lapso, não foi obtido o ano de 2009 para a estrada nacional. Este foi o último ano de funcionamento do acesso livre nas ex-SCUT e iremos considerar os respectivos valores de tráfego na autoestrada como referência para a procura sem portagem. Seria interessante possuir os valores correspondentes na estrada nacional nesse ano.

---

<sup>2</sup>valor do tráfego diário em número de veículos, sob a forma de média anual.

Tabela 5: Volumes de tráfego TMDA nas vias analisadas, anos de 2009 e 2013 a 2015

Estrada	Troço	Ano	TMDA	Estrada	Troço	Ano	TMDA
A24	Chaves-EN103	2009	5098	A24	VPAguiar-A7	2014	3594
A24	Chaves-EN103	2013	3552	A24	VPAguiar-A7	2015	3821
A24	Chaves-EN103	2014	3594	A24	VPAguiar-Fortunho	2009	4767
A24	Chaves-EN103	2015	3665	A24	VPAguiar-Fortunho	2013	3132
A24	EN103-Vidago	2009	5517	A24	VPAguiar-Fortunho	2014	3176
A24	EN103-Vidago	2013	3966	A24	VPAguiar-Fortunho	2015	3393
A24	EN103-Vidago	2014	4071	EN2	Benagouro-Flores	2014	8247
A24	EN103-Vidago	2015	4233	EN2	Benagouro-Flores	2015	5854
A24	Fortunho-VilaRealIP4	2009	5509	EN2	Chaves-VidagoA24	2013	3087
A24	Fortunho-VilaRealIP4	2013	4870	EN2	Chaves-VidagoA24	2014	3150
A24	Fortunho-VilaRealIP4	2014	5000	EN2	Chaves-VidagoA24	2015	3193
A24	Fortunho-VilaRealIP4	2015	5312	EN2	Vidago-PedrasSalgadasN	2013	2692
A24	PedrasSalgadas-A7	2009	5837	EN2	Vidago-PedrasSalgadasN	2014	2732
A24	PedrasSalgadas-A7	2013	4529	EN2	Vidago-PedrasSalgadasN	2015	3409
A24	PedrasSalgadas-A7	2014	4688	EN2	Vidago-VidagoA24	2013	4300
A24	PedrasSalgadas-A7	2015	4923	EN2	Vidago-VidagoA24	2014	4364
A24	Vidago-PedrasSalgadas	2009	5861	EN2	Vidago-VidagoA24	2015	4079
A24	Vidago-PedrasSalgadas	2013	4454	EN2	VPAguiar-Benagouro	2014	8284
A24	Vidago-PedrasSalgadas	2014	4575	EN2	VPAguiar-Benagouro	2015	6907
A24	Vidago-PedrasSalgadas	2015	4771	EN2	VPAguiar-PedrasSalgadas	2014	4226
A24	VPAguiar-A7	2009	4088	EN2	VPAguiar-PedrasSalgadas	2015	4108
A24	VPAguiar-A7	2013	3556				

Fontes: Infraestruturas de Portugal (IP) (Estrada EN2) e Instituto da Mobilidade e Transportes (IMT) (Estrada A24)

Atenção, acesso possivelmente reservado: a Infraestruturas de Portugal deverá ser consultada quanto à possibilidade de utilização ou reprodução dos dados que forneceu

Os dados disponibilizados pela IP incluíram também a percentagem de veículos pesados, em valores que não ultrapassam os 12%.

### 9.8.2 Alocação de densidades de ocupação e de tipo de relevo

Vamos agora proceder à atribuição de qualificações aos troços de estrada nacional que nos vão permitir calcular a respectiva capacidade máxima de tráfego.

Para proceder à alocação de densidade de ocupação (urbano, periurbano, rural), os troços de via foram geometricamente intersectados com os polígonos da malha hexagonal usada para espacializar os dados demográficos de forma espacialmente homogénea.

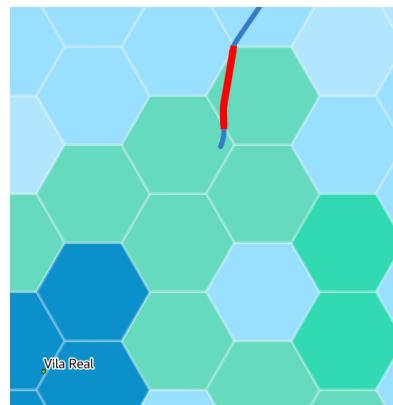


Figura 14: Intersecção da rede viária com a malha hexagonal

A correspondência feita entre o tipo de ocupação e densidade populacional é indicada pela seguinte chave:

- densidade inferior a 200 hab./km<sup>2</sup>: rural;
- densidade entre 200 e 900 hab./km<sup>2</sup>: periurbano;
- densidade acima de 900 hab./km<sup>2</sup>: urbano;

Da informação demográfica alocada a cada hexágono podemos atribuir a respetiva qualificação de densidade de ocupação a cada pequeno troço de rede viária resultante da intersecção geométrica.

Estes pequenos troços serviram depois de base para a atribuição manual de características de relevo da seguinte forma: no software de SIG Desktop usado, os troços foram manualmente seleccionados e, a cada conjunto foi atribuído um qualificativo de “montanhoso”, “misto” ou “plano”, por mera comparação visual com o tema da hipsometria. O resultado é mostrado na Tabela 6.

Na tabela 6 foi também atribuída de forma empírica, seguindo a experiência pessoal do autor, uma velocidade ideal de circulação para cada uma das combinações de ocupação e relevo. A coluna velocidade “free flow” será explicada na ecção seguinte.

Tabela 6: Ocupação e relevo nos troços da estrada nacional EN2

Ocupação	Relevo	Vel. ideal km/h	Vel. “free flow” km/h
periurbano	misto	60	53
periurbano	montanhoso	45	38
periurbano	plano	70	63
rural	misto	70	63
rural	montanhoso	45	38
rural	plano	90	83
urbano	misto	45	38
urbano	plano	50	43

### 9.8.3 Cálculo de capacidade máxima

Este cálculo de capacidade máxima dos troços de estrada nacional baseia-se nas indicações metodológicas do Transportation Research Board norte-americano (TRB 1998).

A cada combinação de relevo e tipo de ocupação, atrás levantada, foi feita, como vimos, uma atribuição empírica de uma velocidade ideal. A velocidade “free flow” foi calculada de acordo com TRB (1998). Segundo as tabelas 7-2 a 7-5 deste relatório técnico, foram calculadas várias reduções a aplicar, primeiro em milhas por hora (mph), depois devidamente convertidas para km/h. A redução geral aplicada foi assim de 7,24 km/h a todas as velocidades ideais.

As reduções específicas em mph (total: 4,5 mph) devem-se a:

- inexistência de separador central: 1,6;
- dimensões de berma: 0,4;
- dez cruzamentos e pontos de acesso por milha: 2,5.

A partir dos valores da tabela 6 podemos calcular a capacidade de tráfego para cada classe de troço. Primeiro iremos calcular o volume de tráfego de ponta horário diário VHPd . Deste iremos obter depois valores de TMDA comparáveis com os dados de entrada disponíveis.

### 9.8.4 Cálculo de capacidade

Vamos calcular valores de capacidade de tráfego para cada tipo de troço de estrada nacional com base nos cálculos indicados nas secções anteriores seguindo as indicações de TRB (1998).

O primeiro passo é calcular valores de volume de tráfego de ponta horário diário VHPd para a ausência de tráfego de veículos pesados.

Para isso, fazemos um cálculo sobre o gráfico 15 (TRB 1998). Para um dado valor de velocidade “free flow” encontramos a abcissa correspondente no gráfico (valores em milhas por hora, mph). Em seguida seguimos no gráfico a linha horizontal correspondente ao valor seleccionado até encontrar a linha oblíqua correspondente ao nível de serviço pretendido (Level of service - LOS).

No caso português o Plano Rodoviário Nacional prevê que as estradas nacionais tenham um nível de serviço C (LOS C).

Encontrado este ponto o fluxo pretendido é o valor das abscissas correspondente.

Este valor obtido é em VHPd e tem de ser convertido em TMDA. Para isso usamos a expressão

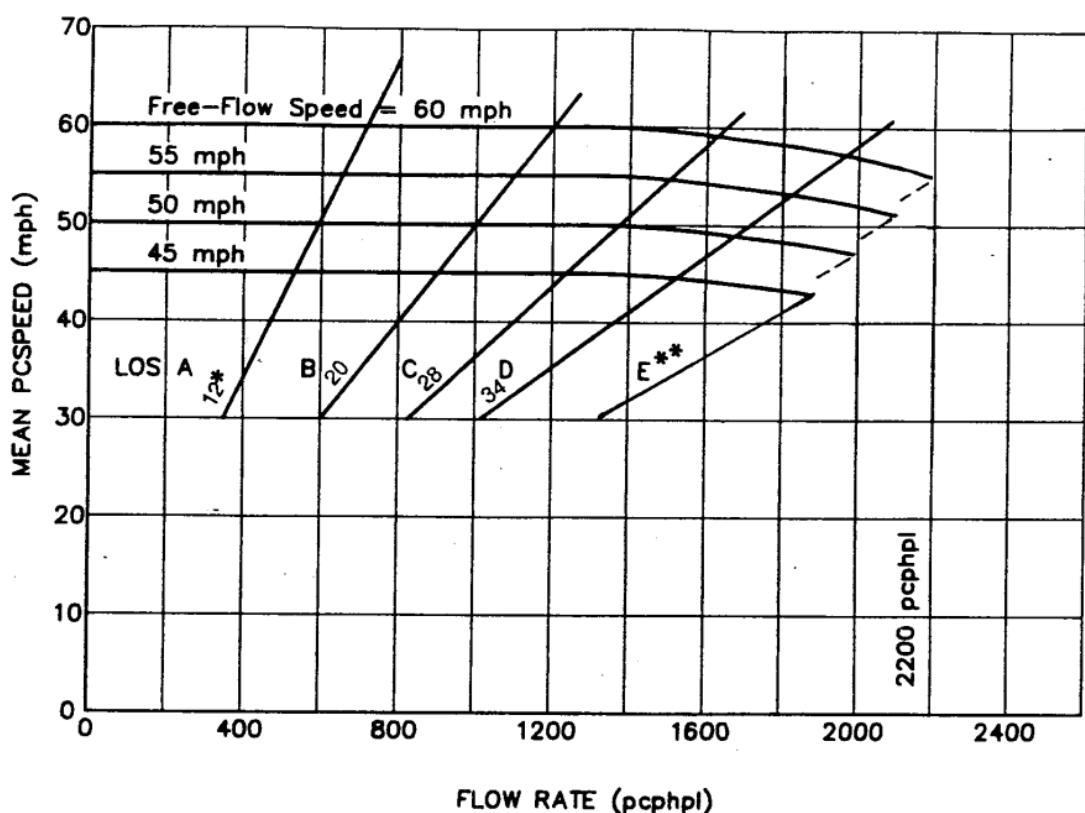


Figura 15: Velocidade vs. fluxos de tráfego

$$V_{TMDA} = V_{VHPd} * K * D \quad (9.3)$$

Os valores de K e D usados estão na tabela 7 e baseiam-se em Instituto Superior Técnico (2006).

Tabela 7: Constantes K e D por troços  
da estrada nacional EN2

Ocupação	Relevo	K	D
periurbano	misto	0,2	0,72
periurbano	montanhoso	0,2	0,72
periurbano	plano	0,2	0,72
rural	misto	0,14	0,6
rural	montanhoso	0,14	0,6
rural	plano	0,1	0,57
urbano	misto	0,14	0,6
urbano	plano	0,1	0,57

Calculados todos os valores necessários para a ausência de tráfego de veículos pesados, falta calcular os valores correspondentes para diferentes percentagens de tráfego de pesados.

As fórmulas de TRB (1998) para esse efeito são especialmente difíceis de aplicar por exigirem o conhecimento de características adicionais sobre o tráfego de pesados. Assim foi feita uma adaptação por comparação com valores de exemplo dados em TRB (1998).

O resultado final está mostrado na tabela 8.

Tabela 8: Capacidades de tráfego em troços da estrada nacional EN2

Ocupação	Relevo	Capacidade TMDA				
		ausência pesados	5% pesados	10% pesados	15% pesados	20% pesados
periurbano	misto	10595	4944	4326	3708	3090
periurbano	montanhoso	5952	2778	2431	2083	1736
periurbano	plano	12500	5833	5104	4375	3646
rural	misto	7292	5833	5104	4375	3646
rural	montanhoso	3472	2778	2431	2083	1736
rural	plano	9722	7778	6806	5833	4861
urbano	misto	8772	2778	2431	2083	1736
urbano	plano	12281	3889	3403	2917	2431

### 9.8.5 Cálculo dos custos de congestionamento existentes

Para este efeito baseamo-nos em RICARDO - AEA (2014).

Este relatório técnico define um conjunto de *bandas de congestionamento* definidas a partir do quociente tráfego / capacidade (v/h):

- fluxo livre: v/c até 0.75
- próximo do limite de capacidade: v/c acima de 0.75 e menor que 1.0
- capacidade excedida: v/c maior que 1.0

O mapa da figura 16 mostra a expressão destas bandas nos troços da EN2. Podemos ver que existe uma extensão significativa para a qual o tráfego verificado excede a capacidade disponível.

### 9.8.6 Estimativa do volume de tráfego sem portagem

Para estimarmos quais seriam os valores de volume de tráfego na autoestrada em 2015 se não existissem portagens, aplicamos aos valores de 2009 (ano antes da aplicação de portagens na A24) o crescimento médio que o mesmo tráfego tem sentido entre 2013 e 2015 (tabela 9).

Tabela 9: Aumentos de tráfego 2013-2015 na A24

Troço A24	% aumento
Fortunho-VilaRealIP4	4.45
Chaves-EN103	1.58
VPAguiar-Fortunho	4.12
Vidago-PedrasSalgadas	3.5
PedrasSalgadas-A7	4.26
EN103-Vidago	3.31
VPAguiar-A7	3.69

Aplicando estas taxas de crescimento obtemos um conjunto de valores de tráfego por troço da A24. A estes foram subtraídos os valores, assumidos como correntes, de 2015. De seguida, simularemos a transferência desta diferença para os troços da estrada nacional, como efeito da aplicação das portagens. Assim os valores na tabela 10 simulam diminuições esperadas em cada troço de estrada nacional caso as portagens da autoestrada fossem removidas.

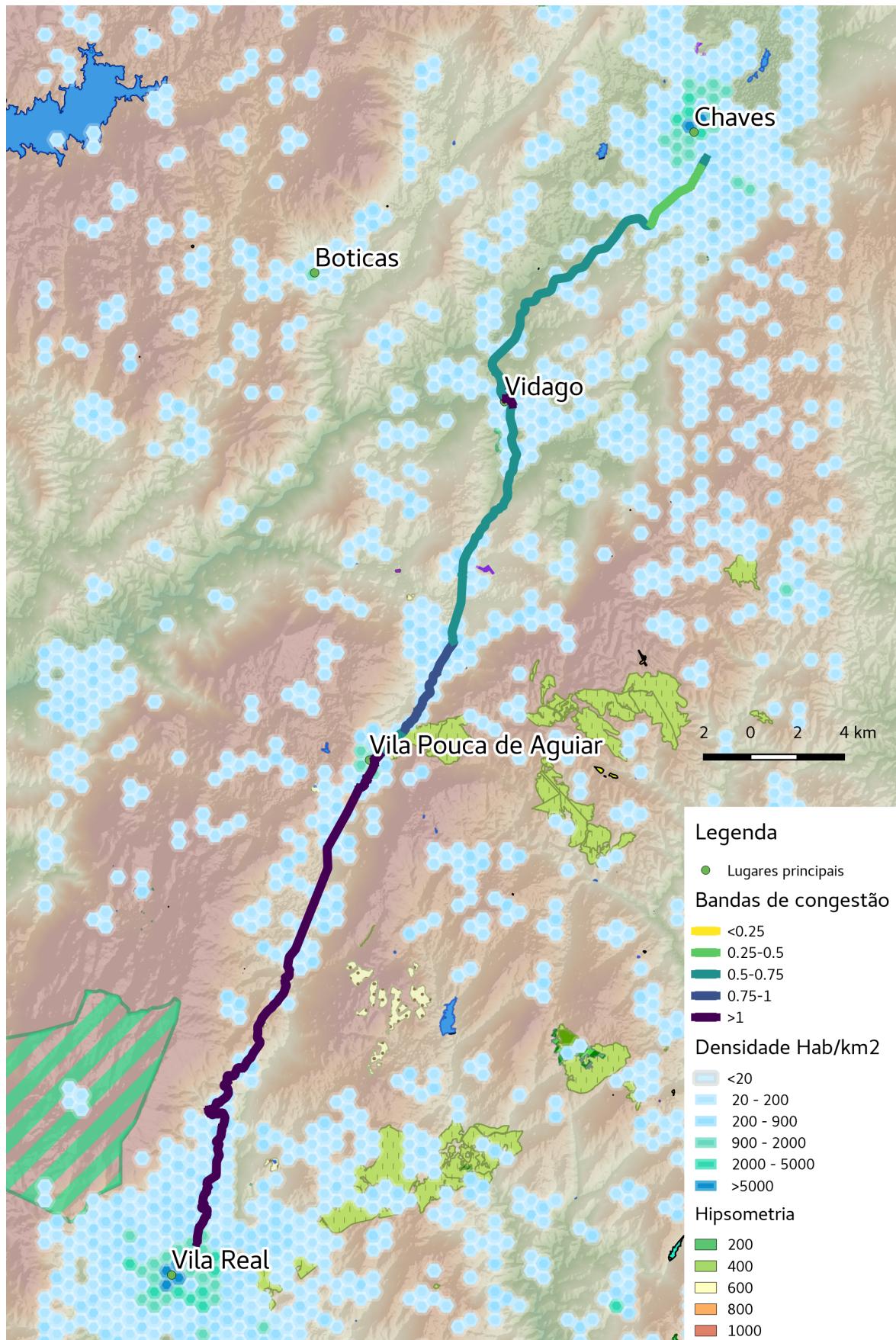


Figura 16: Bandas de congestionamento

Tabela 10: Simulação transferência de tráfego EN2 > A24

Troço EN2	Transferência TMDA
Chaves-VidagoA24	80
Vidago-VidagoA24	182
Benagouro-Flores	245
Vidago-PedrasSalgadasN	205
VPAguiar-PedrasSalgadas	401
VPAguiar-Benagouro	196

### 9.8.7 Cálculo de custos de congestionamento na estrada nacional

O ano de referência para os preços usados é 2015.

Para medir o impacto da introdução de portagens sobre os custos de congestionamento, teremos de medir, não só, os custos correspondentes à simulação de transferência de tráfego da estrada nacional para a autoestrada mas também os custos de congestionamento já existentes. O impacto da portagem corresponderá à diferença entre ambos os custos.

Assim, às bandas de congestionamento calculadas em Subseção 9.8.5 foram aplicados os custos genéricos por unidade de volume de tráfego (em veículos \* quilómetro), adaptados de RICARDO - AEA (2014) e ajustados a 2015, apresentados em .

Tabela 11: Custos de congestionamento por unidade de volume de tráfego (vkm)

Banda congestionamento	Custo ligeiros €/vkm	Custo pesados €/vkm
fluxo livre	0.00428	0.00856
no limite capacidade	0.19581	0.37236
excedida capacidade	0.649	1.23371

Da aplicação destes custos aos volumes de tráfego obtidos por conversão dos fluxos de tráfego TMDA disponíveis, temos que existe um custo diário de cerca de €126700. Dividindo pelo número de veículos, teríamos uma “portagem” de €0.85 para ligeiros e de €1.61 para pesados, a aplicar na estrada nacional.

### 9.8.8 Cálculo da diferença de custos de congestionamento

Aplicando os custos unitários de congestionamento aos valores de tráfego de estrada nacional subtraídos dos valores da simulação de transferência indicados na tabela , obtém-se um custo de congestionamento diário de cerca de €92700. A diferença é de €34000, é este o custo de congestionamento diário induzido na EN2 pela colocação de portagem na autoestrada próxima.

Falta apenas comparar este valor com a receita diária de portagem. Dos valores de tráfego registados a média TMDA da autoestrada A24 em 2015 era de cerca de 4390 veículos. Multiplicando este valor por € 4.5 de portagem temos uma receita diária de cerca de € 19755.

Assim temos que o custo de congestionamento diário calculado é quase o dobro da receita de portagem.

## 10. Conclusão

Portugal é um país com um défice histórico de infraestruturas de transporte, tendo se tornado nas últimas duas décadas particularmente bem servido em rede de autoestradas. Apesar deste esforço positivo, continuam a existir desequilíbrios, havendo áreas do país que continuam a ser servidas deficientemente em infraestrutura rodoviária.

Uma das situações que se verifica é a existência de autoestrada disponível cujo acesso, na verdade, é efetivamente limitado pela cobrança de portagens. Em muitos casos, o valor de portagem cobrado não deverá permitir cobrir os custos da infraestrutura em tempo útil e, ao ser cobrado, o acesso à infraestrutura disponível é, em alguns casos, fortemente limitado.

A análise empírica fornece indícios de que, de facto e entre outros, os custos de congestionamento nas estradas alternativas às autoestradas portajadas podem ser significativos e a imposição de portagens nas autoestradas, além de limitarem o acesso a um bem público que está, na maioria dos casos, longe de ficar congestionado, pode provocar aumentos significativos do estado de congestionamento daquelas, o que representa uma perda de bem estar social.

Estes custos não entram em linha de consideração com outras possibilidades de custos adicionais decorrentes, por exemplo, da sinistralidade e do ambiente que poderiam tornar este resultado ainda mais expressivo.

Dos resultados da análise empírica, podemos fazer as seguintes sugestões, no caso da A24 e da estrada nacional EN2:

1. a portagem na autoestrada deveria ser abolida;
2. poderia ser considerado um sistema de cobrança de custos de congestionamento implementado sobre sistemas de cobrança eletrónica como os usados na autoestrada;
3. O pagamento dos custos do investimento inicial na construção da A24 devem ser arrecadados de outra forma a partir das taxas e impostos ligados ao tráfego automóvel.

Como foi referenciado, a forma como o custo de congestionamento foi aqui calculado é simplista e esta análise deveria ser reproduzida de forma mais sustentada, baseada em modelos de simulação de tráfego.



# Bibliografia

- Bokare, Prashant, e Akhilesh Maurya. 2013. "Study of effect of speed, acceleration and deceleration of small petrol car on its tail pipe emission". *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 3 (4): 465–78. [http://www.ijtte.com/uploads/2013-12-30/5ebd908d-451f-a5dfIJTTE\\_Vol%203\(4\)\\_9.pdf](http://www.ijtte.com/uploads/2013-12-30/5ebd908d-451f-a5dfIJTTE_Vol%203(4)_9.pdf).
- Castro, Eduardo A., José Martins, e Carlos Silva. 2015. *A Demografia e o país, previsões cristalinas sem bola de cristal*. Gradiva.
- Correio da Manhã. 2010. "PSD ameaça votar ao lado da Esquerda nas Scut". <http://www.cmjornal.pt/politica/detalhe/psd-ameaca-votar-ao-lado-da-esquerda-nas-scut?act=0&est=Aberto>.
- DGTF. 2009. "Relatório Anual – 2009 sobre Parcerias Público Privadas e Concessões". Direcção Geral de Tesouro e Finanças, Ministério das Finanças e da Administração Pública. [http://arquivo.pt/wayback/20091218034620/http://www.dgft.pt/ResourcesUser/PPP/Documents/Relatorios/Relatorio PPP\\_2009.pdf](http://arquivo.pt/wayback/20091218034620/http://www.dgft.pt/ResourcesUser/PPP/Documents/Relatorios/Relatorio PPP_2009.pdf).
- . 2012. "Parcerias Público-Privadas e Concessões – Relatório de 2012". Direcção Geral de Tesouro e Finanças, Ministério das Finanças e da Administração Pública. [http://www.peprobe.com/wp-content/.../04/2012-10-23\\_Relatorio\\_Anual\\_PPP\\_2012.pdf](http://www.peprobe.com/wp-content/.../04/2012-10-23_Relatorio_Anual_PPP_2012.pdf).
- Diário de Notícias. 2011. "Autoestrada A1 custa 73 mil euros por dia". <https://www.dn.pt/portugal/interior/autoestrada-a1-custa-73-mil-euros-por-dia--1988399.html>.
- Direcção Geral do Orçamento. 2001. "Pacto de Estabilidade e Crescimento, Actualização para o período 2002-2005". [https://www.dgo.pt/legislacao/Documents/PEC\\_2002-2005.pdf](https://www.dgo.pt/legislacao/Documents/PEC_2002-2005.pdf).
- Encyclopaedia Britannica. 2001. "Germany, Resources and power". <https://www.britannica.com/place/Germany/Resources-and-power#ref296884>.
- European Environment Agency. 2011. "Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe". <https://www.eea.europa.eu/publications/cost-of-air-pollution>.
- F9 Consulting. 2006. "O regime SCUT enquanto instrumento de correcção de assimetrias regionais – estudo de critérios para aplicação de portagens em auto-estradas SCUT". Estradas de Portugal, E.P. <http://arquivo.pt/wayback/20081022013901/http://www.moptc.pt/tempfiles/20061023181206moptc.pdf>.
- Fernando, Helena. 2013. "Um contributo para análise das Parcerias Público-Privadas Rodoviárias em Portugal". Dissertação de mestrado. [https://sigarra.up.pt/reitoria/pt/pub\\_geral.show\\_file?pi\\_gdoc\\_id=](https://sigarra.up.pt/reitoria/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=)

130322.

Ferreira, Liliana Seixas. 2008. "A Expropriação como limitação ao Direito de Propriedade Privada". [www.cije.up.pt/download-file/202](http://www.cije.up.pt/download-file/202).

Gleave, Steer D. 2009. "Ex Post Evaluation of Cohesion Policy Programmes 2000-2006. Work package 5a: Transport". [http://www.eurosfaire.prd.fr/7pc/doc/1269354552\\_2009\\_intermediate\\_report\\_dg\\_regio.pdf](http://www.eurosfaire.prd.fr/7pc/doc/1269354552_2009_intermediate_report_dg_regio.pdf).

Highways Agency. 2014. "Private Finance Initiatives - Design Build Finance and Operate (DBFO)". <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140603114609/http://www.highways.gov.uk/our-road-network/managing-our-roads/operating-our-network/how-we-manage-our-roads/private-finance-initiatives-design-build-finance-and-operate-dbfo/>.

ifo Institute. 2016. "Violations of the 3% EU Deficit Criterion (since 1999 or year of accession) up to 2015". [http://www.cesifo-group.de/ifoHome/presse/Pressemitteilungen/Pressemitteilungen-Archiv/2016/Q2/pm-20160523\\_EU-Staaten-Defizit/main/00/text\\_files/file0/document/ifoPM\\_20160523\\_Deficit\\_Criterion.pdf](http://www.cesifo-group.de/ifoHome/presse/Pressemitteilungen/Pressemitteilungen-Archiv/2016/Q2/pm-20160523_EU-Staaten-Defizit/main/00/text_files/file0/document/ifoPM_20160523_Deficit_Criterion.pdf).

IMT. 2015. "Relatório de Tráfego na Rede Nacional de Autoestradas - 3º Trimestre". Instituto da Mobilidade e Transportes.

Infraestruturas de Portugal, S.A. 2017. "Plano Rodoviário Nacional". <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/rede/rodoviaria/prn>.

Instituto Superior Técnico. 2006. "Correntes de tráfego". [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571249439/1.0\\_Correntes\\_de\\_trafego\\_06.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571249439/1.0_Correntes_de_trafego_06.pdf).

Leite, José. 2012. "Primeira autoestrada em Portugal". <http://restosdecollection.blogspot.pt/2012/02/1-auto-estrada-em-portugal.html>.

Lopes, Ana M. Balseiro de Sousa Lopes. 2013. "Falhas do Estado na Regulação das Parcerias Público-Privadas no Setor Rodoviário". Dissertação de mestrado. [http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/14915/1/TESE\\_Margarida\\_Balseiro\\_Lopes.pdf](http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/14915/1/TESE_Margarida_Balseiro_Lopes.pdf).

Mateus, Abel, e Margarida Mateus. 2011. *Microeconomia, teorias e aplicações*. Verbo.

Moreno, Carlos. 2010. *Como o Estado gasta o nosso dinheiro (3ª edição)*. Caderno.

Newbery, David M. 1987. "Road User Charges and the Taxation of Road Transport". International Monetary Fund. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=884532](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=884532).

\_\_\_\_\_. 1990. "Pricing and congestion: economic principles relevant to pricing roads". *Oxford Review of Economic Policy* 6 (2): 22–38. <https://academic.oup.com/oxrep/article-abstract/6/2/22/455182?redirectedFrom=PDF>.

Pereira, Paulo Trigo. 2012. *Dívida Pública e Défice Democrático*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Pordata. 2017a. "Pordata - Extensão das auto-estradas". Fundação Francisco Manuel dos Santos. <http://www.pordata.pt/Europa/Extens%C3%A3o+das+auto+estradas-3068>.

\_\_\_\_\_. 2017b. "Pordata - Salário médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem". Fundação Francisco Manuel dos Santos. <https://www.pordata.pt/Portugal/Sal%C3%A1rio+m%>

C3%A9dio+mensal+dos+trabalhadores+por+conta+de+outrem+remunera%C3%A7%C3%A3o+base+e+ganho-857.

RICARDO - AEA. 2014. "Update of the Handbook on External Costs of Transport". DG MOVE. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=884532](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=884532).

Rodrigues, Luís F. 2016. *A ponte inevitável - a história da Ponte 25 de Abril*. Guerra & Paz.

Rodrigues, Maria João M. M. 2007. "Avaliação económica de projectos rodoviários em Portugal: Estimação de Custos e Benefícios para os utentes". Dissertação de mestrado. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137457245/Dissertacao48634.pdf>.

Romana, Manuel, e David Hernando. 2016. "Obtaining a Maximum AADT Sustained by Two-lane Roads: An Application to the Madrid Region in Spain". *Transportation Research Procedia* 14: 3209–17. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516302691>.

Sahr, K., D. White, e A.J. Kimerling. 2003. "Geodesic Discrete Global Grid Systems". *Cartography and Geographic Information Science*, 30 (2): 121–34. <http://webpages.sou.edu/~sahrk/dgg/pubs/gdgg03.pdf>.

Silveira, Luís E., Daniel Alves, Nuno M. Lima, Ana Alcântara, e Josep Puig-Farré. 2011. "Caminhos de Ferro, População e Desigualdades Territoriais em Portugal, 1801-1930". *Ler História*, nº 61: 7–38. [http://atlas.fcsh.unl.pt/docs/LuisSilveira\\_Alves\\_Lima\\_Alcantara\\_Puig\\_Caminhos\\_de\\_ferro\\_populacao.pdf](http://atlas.fcsh.unl.pt/docs/LuisSilveira_Alves_Lima_Alcantara_Puig_Caminhos_de_ferro_populacao.pdf).

TdC. 2003. "Auditoria às concessões rodoviárias em regime de portagem SCUT". Tribunal de Contas. [http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel\\_auditoria/2008/audit-dgtc-rel010-2008-2s.pdf](http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel_auditoria/2008/audit-dgtc-rel010-2008-2s.pdf).

———. 2008. "Auditoria à Gestão das Parcerias Público Privadas - Concessões Rodoviárias". Tribunal de Contas. [http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel\\_auditoria/2003/2s/rel014-2003-2s.pdf](http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel_auditoria/2003/2s/rel014-2003-2s.pdf).

Teixeira, Clara. 2015. "O país das autoestradas desertas". *Visão*. [https://www.ulisboa.pt/wp-content/uploads/6ago\\_estudo\\_IST.pdf](https://www.ulisboa.pt/wp-content/uploads/6ago_estudo_IST.pdf).

Transport & Mobility Leuven. 2013. "Ex-post evaluation of Directive 92/6/EEC on the installation and use of speed limitation devices for certain categories of motor vehicles in the Community, as amended by Directive 2002/85/EC". DG MOVE. [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/vehicles/speed\\_limitation\\_evaluation\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/vehicles/speed_limitation_evaluation_en.pdf).

TRB. 1998. "Highway Capacity Manual, Special Report 209, Third Edition". Transportation Research Board.