



DEPARTAMENTO DE PROSPECTIVA E PLANEAMENTO
E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território
e do Desenvolvimento Regional

CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PROCURA DE ENERGIA – UM ENSAIO QUANTIFICADO PARA O CASO DO SECTOR TRANSPORTES E MOBILIDADE INTERNA

**Apresentação para o
II Workshop da APDR
Évora, 13 de Março 2009**

FICHA TÉCNICA

Título: Cenários Alternativos de Procura de Energia – um Ensaio Quantificado para o caso do Sector Transportes e Mobilidade Interna

Autora: Ângela Lobo

Editor: Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais

Av. D. Carlos I, 126
1249-073 Lisboa PORTUGAL
Fax: (351) 213935208
Telef: (351) 213935200
E-mail: dpp@dpp.pt
www.dpp.pt

“Cenários alternativos de procura de energia – um ensaio quantificado para o caso do sector transportes e mobilidade interna”

Resumo

A utilização de modelos de simulação da procura de energia em sectores de consumo final, permite analisar os efeitos de cenários alternativos de desenvolvimento socio-económico, tecnológico e comportamental na procura de energia e nas emissões de CO₂. Neste artigo apresenta-se um ensaio quantificado para o caso do sector transportes e mobilidade interna, tendo em conta dois cenários contrastados de desenvolvimento sócio - económico para Portugal, no período pós-Quoto, no horizonte 2020: Cenário Tendencial e Cenário de Mudança.

A metodologia utilizada é baseada no modelo MEDEE, de simulação da procura de energia nos sectores de consumo final, no longo prazo que, no caso dos transportes, é gerada de forma individualizada para o transporte de mercadorias e de passageiros.

No primeiro caso a principal determinante sócio-económica para a geração da procura de energia final reside na evolução da actividade económica (PIB e estrutura produtiva). No segundo caso o transporte de passageiros é subdividido em transporte em percursos de longa distância e transporte em zona urbana/suburbana, sendo as principais determinantes sócio-económicas a evolução demográfica no país e em zona urbana/suburbana e respectivas necessidades de mobilidade. A procura de energia final é obtida a partir do tráfego de mercadorias e do tráfego de passageiros em longa distância e em zona urbana/suburbana, podendo cada um deles ser satisfeito por transporte individual ou colectivo e por diversos modos de transporte, consumidores de diferentes formas de energia final, que por sua vez dão origem a emissões de CO₂.

A organização do território e o tipo de urbanização, a evolução tecnológica, a disponibilidade de infra-estruturas de transportes e logística e a evolução comportamental têm igualmente uma influência decisiva, directa ou indirecta, na procura de energia final nos transportes e nas emissões de CO₂.

“Cenários alternativos de procura de energia – um ensaio quantificado para o caso do sector transportes e mobilidade interna”

“Cities show varying degrees of automobile dependence (Newman & Kenworthy, 1989, 1999). The rationale for justifying the extent of car-based low density dispersal has many different forms which are encountered whenever discussions are held showing the variations in different city forms and transportation patterns.”

Newman & Kenworthy (2000), The Ten Myths of Automobile Dependence

1. ENQUADRAMENTO

A utilização de modelos de simulação da procura de energia em sectores de consumo final, permite analisar os efeitos de cenários alternativos de desenvolvimento socioeconómico, tecnológico e comportamental na procura de energia e nas emissões de CO₂.

Neste artigo apresenta-se um ensaio quantificado para o caso do sector transportes e mobilidade interna, tendo em conta dois cenários contrastados de desenvolvimento socioeconómico para Portugal, no período pós-Quioto, no horizonte 2020: Cenário Tendencial e Cenário de Mudança.

Faz-se uma breve descrição da metodologia e apresentam-se as hipóteses de cenarização, os principais resultados obtidos e algumas conclusões que deles se podem extrair.

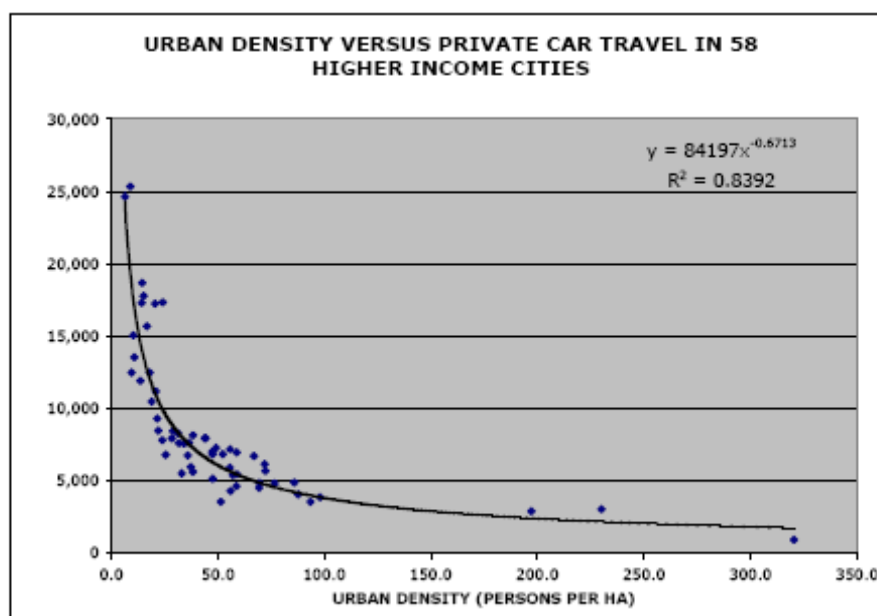
No contexto da aplicação do modelo assume-se que a procura de energia e respectivas emissões de CO₂ no Sector Transportes, inclui o consumo de energia efectuado pelas famílias e pelos agentes económicos nos transportes terrestres (nacionais e internacionais) e marítimos/fluviais (nacionais) de passageiros e de mercadorias. Exclui-se a quantificação do transporte aéreo.

As hipóteses de evolução dos factores socioeconómicos consideradas nos dois cenários, são determinantes e originam padrões de procura de energia e emissões de CO₂ muito diferenciados. A organização do território e o tipo de urbanização (com maior ou menor dispersão dos aglomerados urbanos), a evolução tecnológica (tipos de motorização e gestão do tráfego mais ou menos inteligente), a disponibilidade de infra-estruturas de

transportes e logística e a evolução comportamental (taxas de ocupação, condução mais ou menos eficiente, preferências pelos modos de transporte menos poluentes) têm igualmente uma influência decisiva, directa ou indirecta, na procura de energia final nos transportes e nas emissões de CO₂.

Os dois cenários qualitativos consideram diferentes modelos de desenvolvimento urbano. Tal como preconizado em vários estudos empíricos, cujo pioneirismo se pode atribuir aos urbanistas australianos Newman e Kenworthy, parece existir uma relação entre a densidade urbana e a mobilidade (Figura 1).

Figura 1 – Relação entre densidade urbana e utilização do veículo particular



Fonte: Kenworthy, J.(2009), Urban Planning and transport Paradigm Shifts for Surviving the Post-Petroleum Age in Cities, ISTP, Murdoch University, Perth, Western Australia, http://www.internationaltransportforum.org/2009/pdf/AUS_UrbPlanning_Kenworthy.pdf

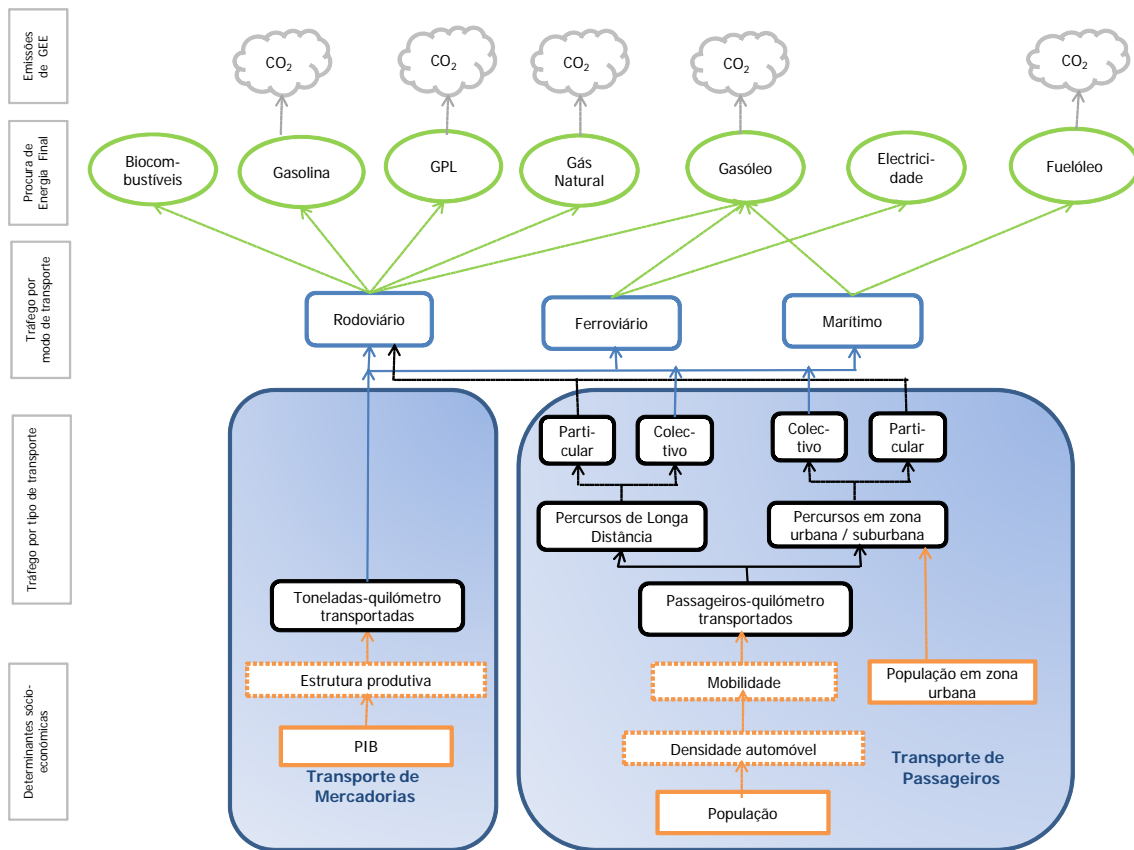
No cenário Tendencial pressupõe-se a continuação de um modelo em que predomina uma maior dispersão dos aglomerados urbanos (baseado no modelo da “cidade dispersa”), enquanto no cenário de Mudança se assume a adopção de um modelo tendente a uma maior densificação dos aglomerados urbanos (baseado no modelo da “cidade compacta”). Como se verá os efeitos sobre a mobilidade, o consumo de energia e as emissões de CO₂ serão mais favoráveis na hipótese de maior densificação.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A metodologia utilizada é baseada no modelo MEDEE, de simulação da procura de energia nos sectores de consumo final, no longo prazo, com várias adaptações a Portugal e à realidade actual.

O figura 2 sintetiza o esquema metodológico simplificado, para a determinação da procura de energia e emissões de CO₂ no sector transportes.

Figura 2 – Esquema metodológico simplificado - simulação da procura de energia e emissões de gases de efeito de estufa no sector transportes



Fonte: DPP

A procura de energia final neste sector é gerada separadamente para o transporte de mercadorias e de passageiros. No primeiro caso a principal determinante sócio-

económica para a geração da procura de energia final reside na evolução da actividade económica (PIB e estrutura produtiva). No segundo caso o transporte de passageiros é subdividido em transporte em percursos de longa distância e transporte em zona urbana/suburbana, sendo as principais determinantes sócio-económicas a evolução demográfica no país e em zona urbana/suburbana, e respectivas necessidades de mobilidade. A procura de energia final é obtida a partir do tráfego de mercadorias e do tráfego de passageiros em longa distância e em zona urban/suburbana, podendo cada um deles ser satisfeito por transporte individual ou colectivo e por diversos modos de transporte, consumidores de diferentes formas de energia final, que por sua vez dão origem a emissões de CO₂.

Determinada evolução de procura de energia tem necessariamente subjacente um cenário de desenvolvimento sócio - económico e tecnológico que lhe dá consistência lógica. Os ensaios efectuados tiveram por base os cenários Tendencial e de Mudança desenvolvidos no DPP no âmbito dos “Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito” e os pressupostos quantitativos e qualitativos inerentes (Félix Ribeiro *et al.*, (2008)).

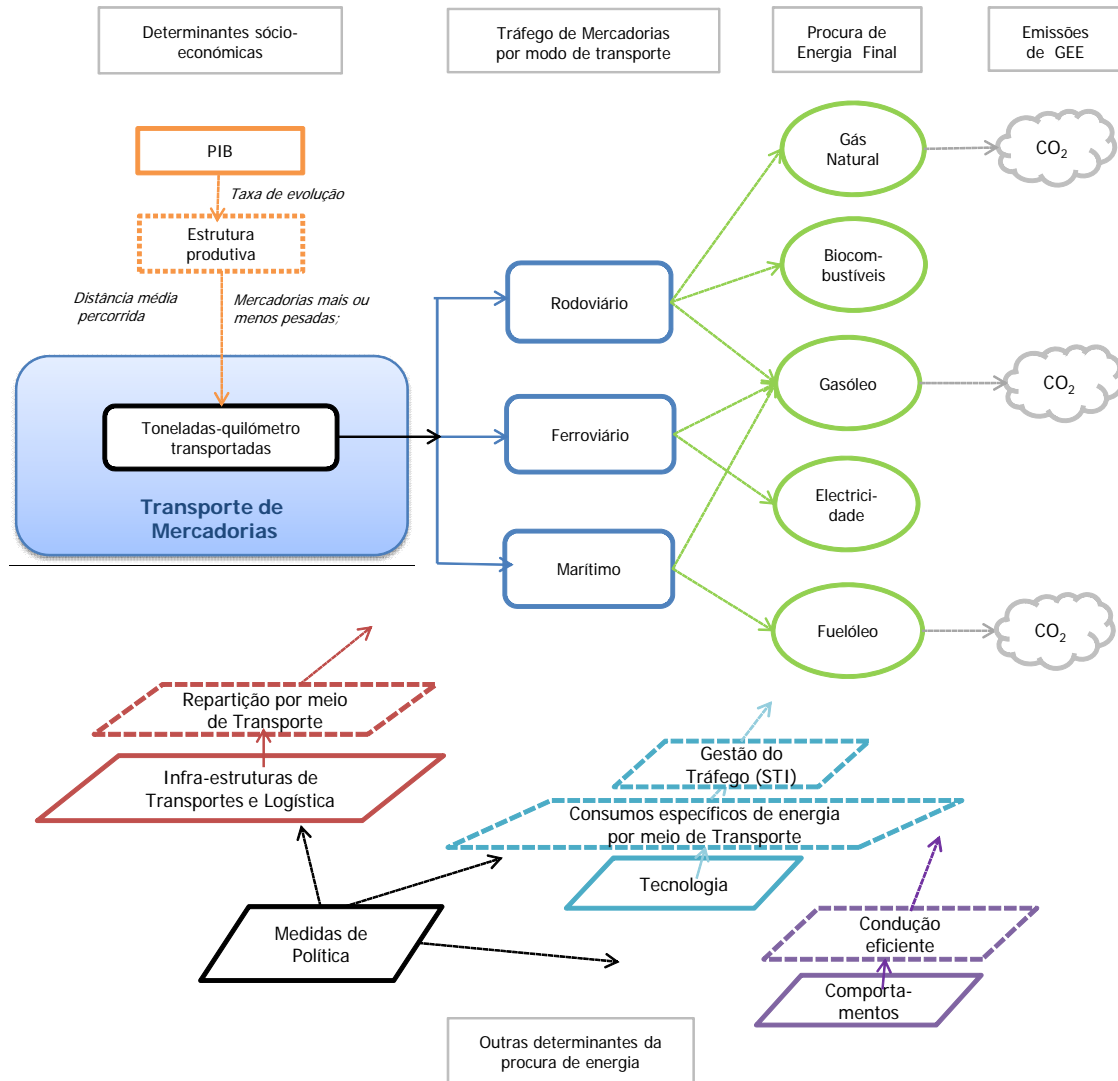
A simulação da procura de energia final tanto no transporte de mercadorias como de passageiros parte do cálculo prévio do tráfego de mercadorias e de passageiros. Detalham-se a seguir as várias etapas de cálculo para os dois tipos de transporte.

2.1. Transporte de Mercadorias

A figura 3 pretende esquematizar de forma simplificada a abordagem metodológica para a simulação da procura de energia e emissões de gases de efeito de estufa nos transportes de mercadorias.

A primeira etapa consiste na simulação do tráfego de mercadorias, medido em toneladas-quilómetro transportadas. É determinante para este cálculo o nível de actividade económica, traduzido no PIB e estrutura produtiva que lhe está associada, da qual depende o peso das mercadorias. Têm igualmente influência indirecta as distâncias médias percorridas e as infra-estruturas de transporte e logística existentes.

Figura 3 – Esquema metodológico simplificado - simulação da procura de energia e emissões de gases de efeito de estufa nos transportes de mercadorias



Fonte: DPP, adaptado e actualizado de CARVALHO NETO *et al.*, (1980) *A Procura de Energia em Portugal (Cenários Alternativos) 1977-2000*, DGE/GEBEI, Lisboa

O tráfego de mercadorias num determinado ano é gerado a partir da relação directa com o crescimento do PIB à qual é acrescida uma taxa de crescimento adicional que pretende traduzir a influência da estrutura produtiva (mercadorias mais pesadas ou mais leves), através de uma expressão do tipo:

$$tkm_n = tkm_{n-1} \times [1 + (PIB_tx_n + PIB_tx_admerc)/100]$$

- com tkm_n – Mercadorias transportadas no ano n, em Giga toneladas-quilómetro (Gtkm)
 tkm_{n-1} – Mercadorias transportadas no ano anterior n-1, em Giga toneladas-quilómetro (Gtkm)
 PIB_{tx_n} – Taxa de evolução média anual do PIB (%)
 $PIB_{tx_{admercn}}$ – Indexação das mercadorias transportadas ao PIB – taxa adicional à taxa do PIB (%)

Maior indexação das mercadorias transportadas ao PIB, significa transporte de mercadorias mais pesadas, enquanto menor indexação significa mercadorias mais leves. A partir da estrutura do tráfego de mercadorias por modo de transporte desagrega-se o tráfego em rodoviário, ferroviário e transporte marítimo, completando o cálculo do tráfego de mercadorias por modo de transporte.

A segunda etapa envolve a simulação da procura de energia final, a partir do tráfego de mercadorias por modo de transporte e de um conjunto de outras determinantes da procura de energia final. Nelas se incluem: a estrutura do tráfego de mercadorias por forma de energia, em cada modo de transporte (influenciadas indirectamente pelas infra-estruturas existentes, pelos preços dos combustíveis e electricidade e pelas preferências dos agentes económicos); a tecnologia existente, traduzida nos consumos médios de combustível e electricidade em veículos por modo de transporte de mercadorias; as medidas de política, designadamente de promoção de transferências modais, inter-modalidade e eficiência energética.

A procura de energia final para transporte de mercadorias resulta da agregação da procura por forma de energia e por modo de transporte, calculada de forma genérica através de uma expressão do tipo:

$$EF_n = tkm_n \times CME_n \times \beta tkm_n / 1000$$

- com EF_n – Energia final de determinada forma de energia (gasóleo, electricidade, etc..) num dado modo de transporte (autocarro, comboio, barco) no ano n, em quilo-toneladas equivalentes de petróleo (ktep)
 tkm_n – Mercadorias transportadas no ano n, em Giga toneladas-quilómetro (Gtkm)
 CME_n – Consumo médio de determinada forma de energia num dado modo de transporte (kgep/tkm)
 βtkm_n – Parte do tráfego de mercadorias por determinada forma de energia num dado modo de transporte

2.2. Transporte de Passageiros

A simulação do tráfego de passageiros por modos de transporte e respectivos consumos de energia final e emissões de gases de efeito de estufa associados é elaborada desagregando o transporte em longa distância e o transporte em zona urbana/suburbana. A figura 4 pretende esquematizar de forma simplificada a abordagem metodológica para a simulação da procura de energia e emissões de gases de efeito de estufa nos transportes de passageiros.

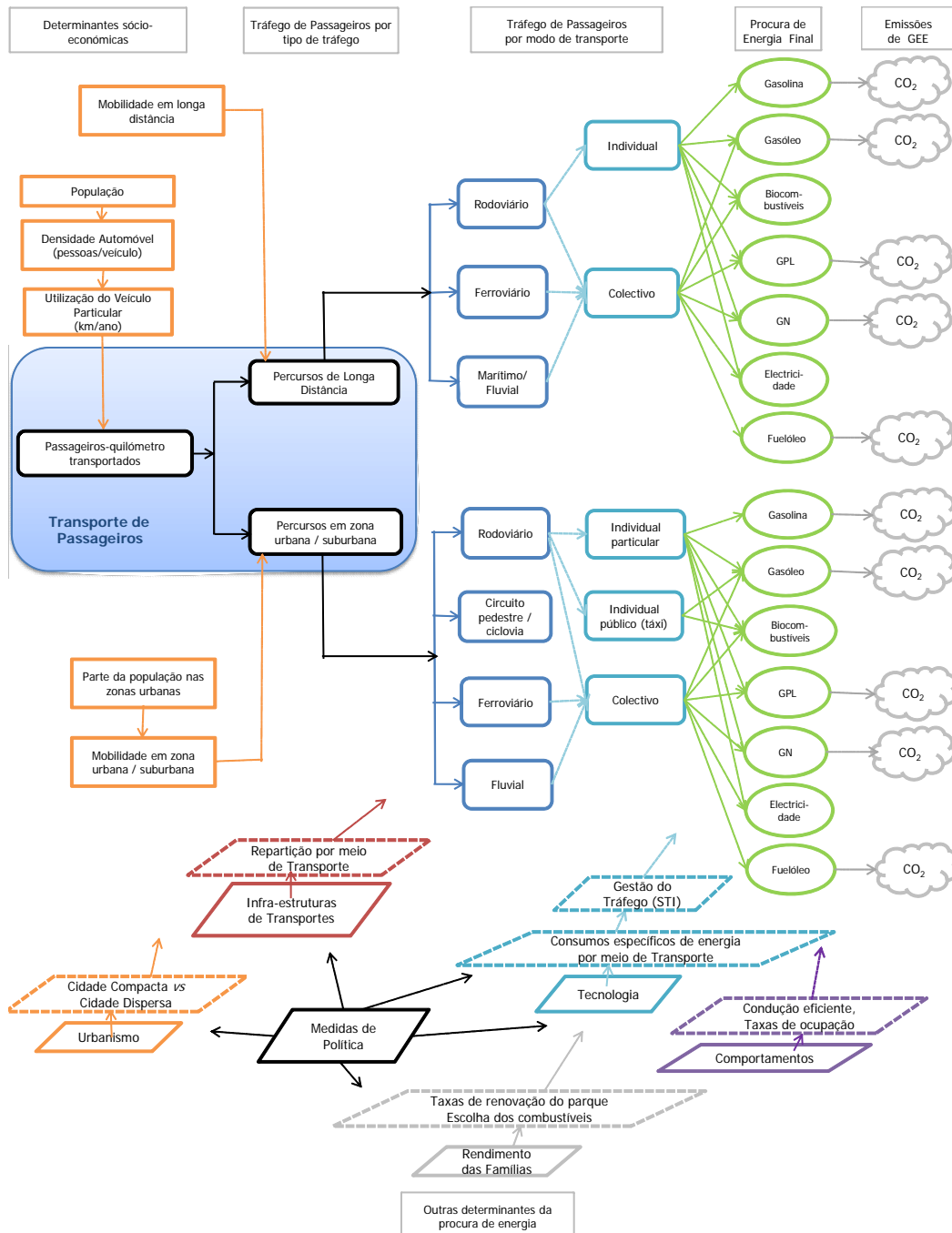
Numa primeira etapa é simulado o tráfego de passageiros em longa distância e em zona urbana/suburbana. Cada um destes percursos é condicionado por diferentes variáveis, estando os percursos em longa distância mais associados aos passeios de lazer e visitas a familiares, enquanto os percursos em zona urbana/suburbana estão mais relacionados com os movimentos pendulares casa-trabalho.

A mobilidade por pessoa atribuída a cada um destes percursos é distinta e está igualmente relacionada, indirectamente, com as infra-estruturas de transportes existentes, com o ordenamento do território e o tipo de urbanismo (cidade compacta vs cidade dispersa) e com o rendimento das famílias.

Em ambos os casos o tráfego pode ser efectuado em veículo particular ou em transporte colectivo, por diversos modos de transporte. O transporte em veículo particular é determinado pela evolução do parque automóvel de veículos ligeiros e mistos, que por sua vez é condicionado pela evolução da demografia e da densidade automóvel (habitantes/veículo). O transporte colectivo está mais dependente das infra-estruturas de transporte existentes, dos hábitos e comportamentos da população, da gestão e organização do tráfego, em particular em zona urbana/suburbana e das políticas públicas para o sector.

O modelo faz a ligação entre o tráfego de passageiros em longa distância e em zona urbana através da variável utilização média do veículo particular que abrange tanto os percursos em longa distância como em zona urbana/suburbana. Desta forma a simulação dos dois tipos de tráfego não é independente e requer um exercício exigente de calibração das diversas variáveis envolvidas.

Figura 4 – Esquema metodológico simplificado, para o cálculo da procura de energia e emissões de gases de efeito de estufa nos transportes de passageiros



Fonte: DPP, adaptado e actualizado de CARVALHO NETO *et al.*, (1980) *A Procura de Energia em Portugal (Cenários Alternativos) 1977-2000*, DGE/GEPEI, Lisboa

As principais expressões utilizadas para a simulação do tráfego de passageiros são as seguintes:

Tráfego de passageiros em longa distância:

$$pkm_LD_n = POP_n \times km_LD_{pn}$$

com pkm_LD_n – Tráfego de passageiros em longa distância em Giga passageiros-quilómetro (Gpass.km)

POP_n – População (M habitantes)

km_LD_{pn} – Mobilidade por pessoa em longa distância (km/ano)

dos quais **em veículo particular**:

$$pkm_LD_{VLpassn} = PARQVLpass_n \times Km_VLpass_LD_n \times tocup_LD_VLpass_n$$

com $pkm_LD_{VLpassn}$ – Tráfego de passageiros em automóvel, em longa distância em Giga passageiros-quilómetro (Gpass.km)

$PARQVLpass_n$ – Parque automóvel total de veículos ligeiros de passageiros e mistos (M veículos)

$Km_VLpass_LD_{pn}$ – Utilização do veículo particular em longa distância (km/ano)

$tocup_LD_VLpass_n$ – Taxa de ocupação de automóveis em longa distância (passageiros/veículo)

dos quais **em transporte colectivo**, calculado por diferença entre o tráfego de passageiros total e o tráfego de passageiros em veículo particular, em longa distância:

$$pkm_LD_{VPpassn} = pkm_LD_n - pkm_LD_{VLpassn}$$

com $pkm_LD_{VPpassn}$ – Tráfego de passageiros em transporte colectivo em longa distância (Gpass.km)

pkm_LD_n – Tráfego de passageiros em longa distância (Gpass.km)

$pkm_LD_{VLpassn}$ – Tráfego de passageiros em automóvel, em longa distância (Gpass.km)

Tráfego de passageiros em zona urbana/suburbana:

$$pkm_ZU_n = POP_urb_n \times km_ZU_p_n$$

com pkm_ZU_n – Tráfego de passageiros zona urban/suburbana em Giga passageiros-quilómetro (Gpass.km)

POP_urb_n – População urbana (M habitantes)

$km_ZU_p_n$ – Mobilidade por pessoa em zona urbana/suburbana (km/ano)

dos quais **em veículo particular**:

$$pkm_ZU_VLpass_n = pkm_ZU_n \times \beta_ZU_VLpass_n$$

com $pkm_ZU_VLpass_n$ – Tráfego de passageiros em automóvel, em zona urbana/suburbana (Gpass.km)

pkm_ZU_n – Tráfego de passageiros zona urban/suburbana (Gpass.km)

$\beta_ZU_VLpass_n$ – Parte do transporte urbano de passageiros por veículo particular

dos quais **em transporte colectivo**, calculado por diferença entre o tráfego de passageiros total e o somatório do tráfego de passageiros nos modos de transporte individual (veículo particular, circuito pedestre/ciclovía e táxi), em zona urbana/suburbana:

$$pkm_ZU_VPpass_n = pkm_ZU_n - \sum_{mi} pkm_ZU_{n,mi}$$

com mi =modos de transporte individual (VLpass=Veículo Ligeiro de passageiros, ped+ciclovía=circuito pedestre ou ciclovía; táxis= táxis)

com $pkm_ZU_VPpass_n$ – Tráfego de passageiros em transporte colectivo, em zona urbana/suburbana (Gpass.km)

pkm_ZU_n – Tráfego de passageiros zona urban/suburbana (Gpass.km)

$pkm_ZU_{n,mi}$ – Tráfego de passageiros no modo de transporte individual, em zona urban/suburbana (Gpass.km)

Partindo da variável exógena utilização média do veículo particular, as utilizações do veículo particular em zona urbana/suburbana e em longa distância são, por sua vez, calculados a partir das seguintes expressões complementares:

$$Km_VLpass_ZU_n = POP_VLpass_n \times km_ZU_p_n \times \beta_ZU_VLpass_n / tocup_ZU_VLpass_n$$

com $Km_VLpass_ZU_n$ – Utilização do veículo particular em zona urbana/suburbana (km/ano)

POP_VLpass_n – Densidade automóvel (habitantes/veículos)

$km_ZU_p_n$ – Mobilidade por pessoa em zona urbana (km/ano)

$\beta_ZU_VLpass_n$ – Parte do transporte urbano de passageiros por veículo particular

$tocup_ZU_VLpass_n$ – Taxa de ocupação de automóveis em zona urbana/suburbana (passageiros/veículo)

e
$$Km_VLpass_LD_n = Km_VLpass_n - Km_VLpass_ZU_n$$

com $Km_VLpass_LD_n$ – Utilização do veículo particular em longa distância (km/ano)

Km_VLpass_n – Utilização do veículo particular (km/ano)

$Km_VLpass_ZU_n$ – Utilização do veículo particular em zona urbana/suburbana (km/ano)

A partir da estrutura do tráfego de passageiros em longa distância e em zona urbana/suburbana por modo de transporte desagrega-se o tráfego em rodoviário, circuito pedestre/ciclovias, ferroviário e marítimo/fluviais, completando o cálculo do tráfego de passageiros por modo de transporte.

Numa segunda etapa é simulada a procura de energia final, por modo de transporte e por forma de energia, nos dois tipos de percursos de passageiros: em longa distância e em zona urbana/suburbana.

O consumo de energia nos transportes de passageiros é determinado a partir do tráfego de passageiros por modo de transporte em longa distância e em zona urbana/suburbana e de um conjunto de outras variáveis que influenciam a procura de energia final. Essas variáveis englobam factores de natureza sócio-económica, tecnológica, comportamental e políticas públicas com influência no sector.

Nos factores de ordem sócio-económica englobam-se o estágio de desenvolvimento económico do país traduzido em maior ou menor rendimento das famílias, consumo privado e propensão ao uso do automóvel particular e a uma maior ou menor taxa de renovação da frota.

Os aspectos tecnológicos têm uma importância determinante nos consumos de energia, tanto pelas características dos veículos, designadamente os seus consumos específicos, como pela adopção de novas tecnologias de gestão do tráfego, que incluem Sistemas de Transporte Inteligente (STI).

Têm igualmente influência os hábitos e comportamentos das famílias e dos agentes económicos, em particular a condução mais ou menos eficiente, as taxas de ocupação dos veículos, as preferências pelo transporte individual ou colectivo, a escolha dos veículos particulares, etc.

Em complemento, as medidas de política poderão afectar quaisquer dos aspectos anteriores.

O modelo engloba uma caracterização detalhada do parque de veículos, em particular para os veículos ligeiros de passageiros e a geração do parque novo. O parque automóvel existente é caracterizado através da estrutura por tipo de combustível (gasolina, gasóleo, GPL e GN) e por idade (veículos com menos de 5 anos, veículos entre 5 e 10 anos e veículos com mais de 10 anos) e a geração do parque no horizonte temporal em estudo, é feita, por tipo de combustível ou electricidade e por idade, a partir do parque existente, das vendas de veículos ligeiros de passageiros novos, por tipo de combustível/ motorização, incluindo possibilidades de novas motorizações (veículos híbridos, eléctricos e a células de combustível) e da taxa de abate considerada. A opção por esta desagregação detalhada prende-se com a possibilidade de avaliar o impacto de medidas de política, relacionadas com a promoção de novas motorizações e com a renovação do parque mais antigo.

A cada combustível/motorização está associado um consumo médio de energia que evolui ao longo do tempo nos veículos novos, cada vez mais eficientes. Os consumos médios do parque de veículos ligeiros de passageiros em cada período, são calculados através da média ponderada dos consumos do parque existente e do parque novo. Estes consumos médios são diferenciados nas utilizações dos veículos em longa distância e

em zona urbana/suburbana, em que o consumo médio é mais elevado e pode ser agravado em cenários de maiores congestionamentos de tráfego.

Os transportes colectivos de passageiros são caracterizados em longa distância e em zona urbana/suburbana, por modo de transporte e por forma de energia, incluindo dados tecnológicos de consumos médios de energia e dados relativos às taxas de ocupação. Para o transporte colectivo em longa distância consideraram-se os modos rodoviário (autocarros), ferroviário (comboio) e marítimo/ fluvial (barco).

Em zona urbana/suburbana considerou-se, para além do transporte individual em veículo particular, o transporte individual em veículo público (táxi), a deslocação por circuito pedestre ou ciclovia (sem consumos de energia) e o transporte colectivo nos modos rodoviário (autocarro e mini-bus), ferroviário (comboio suburbano, metro e eléctrico) e fluvial (barcos).

A procura de energia final para transporte de passageiros em longa distância e em zona urbana/suburbana resulta da agregação da procura por forma de energia e por modo de transporte para cada um dos tráfegos, calculada de forma genérica através das expressões, **para o transporte em automóvel particular:**

$$EF_{VLn} = Km_VLpass_n \times PARQVLpass_n \times CME_Tr_{VLpass_n} \times \rho \times pc / 100$$

com EF_{VLn} – Energia final de determinada forma de energia em automóveis (veículos ligeiros de passageiros e mistos) no ano n, em quilo-toneladas equivalentes de petróleo (ktep)

Km_VLpass_n – Utilização do veículo particular por tipo de percurso (longa distância ou zona urbana/suburbana) (km/ano)

$PARQVLpass_n$ – Parque automóvel de veículos ligeiros de passageiros e mistos por determinada forma de energia/ motorização (M veículos)

$CME_Tr_{VLpass_n}$ – Consumo médio do parque de veículos ligeiros de passageiros e mistos por determinada forma de energia /motorização e por tipo de percurso (l/100km)

ρ – Densidade de determinada forma de energia (kg/l)

pc – Poder calorífico de determinada forma de energia (tep/t)

para os transportes colectivos rodoviários:

$$EF_{VPn} = pkm_VPpass_n / tocup_VPpass_n \times CME_Tr_{VPpass_n} \times \rho \times pc \times 10$$

com EF_{VPn} – Energia final de determinada forma de energia em veículos pesados (autocarros e mini-bus) no ano n, em quilo-toneladas equivalentes de petróleo (ktep)

$pkm_VP_{pass_n}$ – Tráfego de passageiros em transporte colectivo, em determinado modo de transporte e forma de energia por tipo de percurso (longa distância ou zona urbana/suburbana) (Gpass.km)

$tocup_VP_{pass_n}$ – Taxa de ocupação de determinado modo de transporte colectivo e forma de energia por tipo de percurso (pass.km/veic.km)

$CME_Tr_VP_{pass_n}$ – Consumo médio do parque de veículos pesados de passageiros em determinado modo de transporte e forma de energia e por tipo de percurso (l/100km)

ρ – Densidade de determinada forma de energia (kg/l)

pc – Poder calorífico de determinada forma de energia (tep/t)

para os transportes colectivos ferroviários e marítimos/fluviais:

$$EF_{VP_n} = pkm_VP_{pass_n} / tocup_VP_{pass_n} \times CME_Tr_{VP_{pass_n}} / 1000$$

com EF_{VP_n} – Energia final de determinada forma de energia em veículos pesados (comboios, barcos) no ano n, em quilo-toneladas equivalentes de petróleo (ktep)

$pkm_VP_{pass_n}$ – Tráfego de passageiros em transporte colectivo, em determinado modo de transporte e forma de energia por tipo de percurso (longa distância ou zona urbana/suburbana) (Gpass.km)

$tocup_VP_{pass_n}$ – Taxa de ocupação de determinado modo de transporte colectivo e forma de energia por tipo de percurso (pass.km/lugar.km)

$CME_Tr_{VP_{pass_n}}$ – Consumo médio do parque de veículos pesados de passageiros em determinado modo de transporte e forma de energia e por tipo de percurso (kgep/lugar.km)

3. HIPÓTESES DE CENARIZAÇÃO

Foram efectuados dois ensaios de evolução da procura de energia e emissões de CO₂ no sector transportes, que tiveram por base os cenários de desenvolvimento da economia portuguesa para o período pós-Quito, Tendencial e Mudança, desenvolvidos no DPP em 2007 e 2008 (Félix Ribeiro *et al.* (2008)).

Nas caixas 1 e 2 faz-se uma súmula dos elementos pré-determinados e dos pressupostos qualitativos dos cenários Tendencial e Mudança com relevância para a evolução da procura de energia pelas famílias e pelos agentes económicos nas suas deslocações e no transporte e distribuição de mercadorias. Incluem-se os elementos relativos ao transporte aéreo, embora o modelo não os contemple directamente.

Caixa 1 – Elementos pré-determinados com interferência no sector transportes

Elementos pré-determinados

“No sector Construção e Infra-estruturas

- ◆ A realização de grandes investimentos infra-estruturais associados à conectividade internacional – Novo Aeroporto de Lisboa, ligação ferroviária Lisboa Madrid, reconfiguração do eixo ferroviário Norte /Sul, incluindo um novo atravessamento do Tejo, rede de plataformas logísticas, expansão portuária (Sines e Lisboa);

No Sector Transportes e Mobilidade Interna

- ◆ Realização de uma profunda transformação na rede ferroviária com a introdução da Alta Velocidade ou de Velocidade Elevada.
- ◆ Concretização dos investimentos em curso ou previstos em soluções ferroviárias e de metros ligeiros.
- ◆ Difusão de novos combustíveis menos poluentes ou menos dependentes do petróleo, com forte intensidade nos transportes colectivos (gás natural e biocombustíveis).
- ◆ Instalação de uma rede de Plataformas Logísticas, quer de âmbito metropolitano, quer associadas à conectividade internacional do País.

No Sector de Transportes e Conectividade Internacional

- ◆ Considerou-se que seria levado a cabo um conjunto de grandes investimentos nesta área: Novo Aeroporto de Lisboa; ligação ferroviária em AV Lisboa Madrid; expansão nos portos de Sines e Lisboa (embora em modalidades ainda por definir); rede de plataformas logísticas com vocação internacional; reforço da penetração da banda larga como condição básica de conectividade digital internacional reforçada.”

Fonte: FÉLIX RIBEIRO *et al.* (Março 2008), Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito, DPP, Lisboa

Caixa 2 – Pressupostos qualitativos dos cenários Tendencial e Mudança com influência no sector transportes

Cenário Tendencial

“As incertezas cruciais num cenário de continuidade conjugam as actividades que se afirmaram no padrão de especialização desde meados da década de 90, associadas à crescente preocupação com a segurança energética e a protecção ambiental, num contexto de **crescimento económico moderado**.

A resolução destas incertezas assenta numa economia como um espaço de acolhimento, lazer e logística, que se desenvolve em extensão e na exploração do território, com uma **clara centralização de operadores ao nível dos transportes** e da energia. **As infra-estruturas portuárias, aeroportuárias e ferroviárias vão no sentido de completar os investimentos anunciados.**“

“Assistir-se-ia à **continuação do crescimento extensivo das principais áreas urbanas**, em torno das novas acessibilidades.”

“O conjunto de **investimentos em infra-estruturas de conectividade internacional** procurariam reduzir algumas das limitações do carácter periférico de Portugal reforçando a sua integração geoeconómica com a Espanha. Assim **o Novo Aeroporto de Lisboa responderia no essencial ao crescimento do tráfego gerado endogenamente**, ou seja, quer ao tráfego de residentes para fora de Portugal, quer à movimentação de cada vez mais turistas e residentes estrangeiros em Portugal; secundariamente desempenharia, em competição com Madrid e no quadro de alianças distintas dos transportadores ibéricos, uma função de intermediação entre a Europa e a América Latina, e em menor escala com África; **inexistência neste Cenário de articulações logísticas estreitas entre transporte aéreo e transporte marítimo** colocariam menos ênfase na proximidade do NAL aos portos de águas profundas da fachada atlântica de Portugal; relativamente aos Portos/contentores, **a movimentação de carga contentorizada cresceria determinada no essencial pela dinâmica interna** assente na pequena expansão do terminal de Alcântara em Lisboa e na finalização do Terminal XXI em Sines; a **plataforma logística** do Poceirão seria essencial na movimentação interna de carga entre os portos do Sul, e destes com o Norte do País; no **Transporte Ferroviário**, a dominante seria sem dúvida o **tráfego de passageiros por TGV**, sendo o transporte de carga pouco significativo dadas as limitações dos portos de Lisboa e Sines para estas funções”.

“Nos **transportes e mobilidade interna** manter-se-ia uma **predominância clara do transporte em viatura individual, sobretudo para percursos em zona urbana / suburbana**, já que subsistiriam dificuldades de coordenação entre actores e de integração de soluções, **não obstante um elevado esforço de investimento em transportes públicos**; a aposta nos transportes públicos colectivos seria fortemente concentrada em termos empresariais, com **expansão das decisões já tomadas no modo ferroviário pesado e ligeiro**; assistir-se-ia à construção de grandes infra-estruturas de estacionamento competitivo nas periferias das cidades e ao **esforço de difusão dos biocombustíveis em larga escala nos transportes rodoviários urbanos**; experiências pontuais com transportes *on demand* não resultariam devido à **permanência de níveis elevados de congestionamento de tráfego nas grandes áreas urbanas.**”

Associou-se ao cenário uma **evolução positiva da população residente até 2010, com reduções nos dois quinquénios seguintes**, baseada num saldo migratório anual baixo e numa baixa taxa de crescimento natural.

Fonte: FÉLIX RIBEIRO *et al.* (Março 2008), Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito, DPP, Lisboa

Caixa 2 – Pressupostos qualitativos dos cenários Tendencial e Mudança com influência no sector transportes (*continuação*)

Cenário de Mudança

“As incertezas cruciais num cenário de mudança assentam em actividades que reforçam a alteração do padrão de especialização, num contexto de afirmação do modelo de desenvolvimento sustentável (o que poderá pressupor um **crescimento económico mais forte**).”

“Assistir-se-ia a uma **travagem na urbanização extensiva**; grande **investimento na renovação do “casco urbano”** nas cidades que foram mais “esvaziadas”; forte investimento no reordenamento urbano das cidades mais vulneráveis ao risco sísmico e ao impacto das alterações climáticas, concentrando populações e actividades cruciais em zonas mais seguras; aposta em **cidades mais compactas**.”

“Um conjunto de investimentos infra-estruturais permitiria uma maior diferenciação de funções geoeconómicas de Portugal no contexto da Península Ibérica. Assim, **o Novo Aeroporto de Lisboa desempenharia funções de Hub de um operador global ou de uma aliança envolvendo funções de trânsito Leste – Oeste**, para além das funções de trânsito Norte – Sul que lhe caberiam “naturalmente”; implicaria neste Cenário uma capacidade na fase de cruzeiro que poderia ultrapassar os 70 movimentos/hora, funcionando 24 horas por dia e, por isso, vantajosamente localizada em zona não densamente povoada; uma forte componente de voos de trânsito, obrigando a que os terminais fossem concebidos de forma a movimentar rapidamente e sem estrangulamentos este grande volume de passageiros; por sua vez, **o funcionamento de Portugal como plataforma logística e de integração e serviços, articulando cargas transportadas por via marítima e aérea** supõe uma grande capacidade de movimentação de carga aérea no NAL e apontaria para uma maior proximidade das plataformas logísticas próximas de portos de águas profundas; relativamente aos Portos/contentores, verificar-se-ia uma **forte expansão da capacidade de movimentação de carga contentorizada, quer em serviço do hinterland espanhol, quer com funções de transshipment para América Latina, África e Mediterrâneo** com instalação de dois novos terminais de contentores – Trafaria em Lisboa e Terminal Vasco da Gama em Sines, cada um deles com parcerias de *shipping lines* distintas e concorrentes; no Transporte Ferroviário, verificar-se-ia um **forte crescimento do transporte de carga por via ferroviária para fora de Portugal, superior ao crescimento do tráfego de passageiros em TGV com os dois portos portugueses, em articulação com plataformas logísticas espanholas** (ex: Lisboa com Madrid e Sines com Saragoça).”

” Ao nível da **movibilidade interna**, a **aposta prioritária seria nas comunicações e na virtualidade para reduzir necessidades de mobilidade urbana**; recurso maciço às TIC designadamente sob a forma de **Sistemas de Transporte Inteligente**; **profunda reforma da organização do transporte rodoviário metropolitano** com o fim das concessões que impedem um mesmo operador de recolher e transportar passageiros em toda uma Área Metropolitana e a renovação global das frotas para motorizações menos poluentes; **multiplicação de empresas que prestem serviços de transporte urbano on demand em veículos não poluentes**, ou os coloquem à disposição dos utilizadores mediante assinatura; **incentivos à utilização maciça de veículos de transporte individual eléctricos e/ou híbridos**.”

Associou-se ao cenário um **crescimento da população residente, mais forte no primeiro quinquénio, com redução gradual até uma estabilização no último quinquénio**, baseado num saldo migratório e numa taxa de crescimento natural da população residente mais elevados.

Fonte: FÉLIX RIBEIRO *et al.* (Março 2008), Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito, DPP, Lisboa

A quantificação daqueles dois cenários em termos de grandes agregados sócio - económicos é referida no quadro 1.

**Quadro 1 – Cenários quantitativos para a economia portuguesa –
Taxas médias de variação anual em volume (%)**

	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Produto Interno Bruto a preços de mercado	1,7	1,9	2,1	1,9	2,8	3,2
Consumo Privado das Famílias residentes sobre o território	1,5	1,8	2,0	1,6	2,6	3,0
População residente (média anual)	0,1	-0,1	-0,2	0,2	0,1	0,0

Fonte: FÉLIX RIBEIRO *et al.* (Março 2008), Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito, DPP, Lisboa

Adicionalmente, para o caso dos transportes de passageiros, foi realizado no DPP um exercício de desagregação da parcela de consumo privado das famílias atribuída aos transportes, designadamente privados e públicos, cuja lógica interna dos cenários no que respeita aos gastos das famílias com a mobilidade é descrita na caixa 3.

Caixa 3 – Transporte de Passageiros – Lógica interna dos cenários Tendencial e Mudança quanto aos gastos das famílias com a mobilidade

Cenário Tendencial

“Registrar-se-ia um relativo fracasso na transferência de mobilidade do automóvel particular para o transporte colectivo rodoviário ou ferroviário (ligeiro e pesado suburbano) nas deslocações urbanas e suburbanas; as taxas de crescimento previstas pelo DPP para as despesas das famílias com o transporte particular são por isso elevadas; e incluem as despesas que resultam de aquisições de veículos mais eficientes (num contexto de preços elevados dos combustíveis); tais aquisições não seriam no entanto generalizadas, devido ao fraco crescimento e prosperidade que caracteriza este cenário.”

Cenário de Mudança

“Assistir-se-iam a dois movimentos – uma mais forte transferência da mobilidade automóvel particular para soluções de transporte colectivo urbano e suburbano – nomeadamente no modo rodoviário com novas motorizações e uma concentração do uso do automóvel particular na mobilidade em longa distância; mas neste caso com uma aquisição generalizada de novos veículos mais eficientes, processo facilitado pelo crescimento e prosperidade que caracteriza este cenário.”

Fonte: FÉLIX RIBEIRO *et al.* (Março 2008), Documento Interno DPP

A partir da quantificação e dos pressupostos qualitativos inerentes aos dois cenários contrastados, assumiram-se hipóteses para os diversos parâmetros exógenos necessários à geração da procura de energia e de emissões de CO₂, numa base discutível, mas que se procurou que fosse consistente com o quadro macro-económico previamente definido. Para além disso, dado o volume substancial de parâmetros utilizados e a relação directa ou indirecta que algumas variáveis podem ter entre si, procurou-se também manter a coerência entre os valores assumidos para as diferentes variáveis.

O ano base considerado foi o ano 2005, embora se apresentem também valores quinquenais para os anos de 1990, 1995 e 2000, por razões que se prendem com a calibração do modelo e com a possibilidade de fazer comparações com o nível de emissões de CO₂ nesses anos. O horizonte destes ensaios é 2020.

O modelo foi calibrado para o ano base de 2005 e para os três quinquénios anteriores, ajustando alguns parâmetros exógenos deixados livres de forma a permitir a consistência dos resultados obtidos, a dois níveis:

1º Nível – calibração do tráfego de mercadorias e de passageiros, sempre que possível por modo de transporte, de forma a reproduzir os valores efectivamente verificados entre 1990 e 2005, conforme informação estatística do Instituto Nacional de Estatística (INE).

2º Nível – calibração dos consumos de energia final por forma de energia, para que os cálculos efectuados através do tráfego de mercadorias e de passageiros associados ao parque de veículos existente, respectivas características tecnológicas, taxas de ocupação e outros parâmetros inseridos no modelo, reproduzam os consumos efectivamente verificados entre 1990 e 2005. Estes consumos de energia provêm dos Balanços Energéticos Nacionais da Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG).

Foi efectuada uma terceira verificação por comparação dos resultados obtidos para as emissões de CO₂ com as emissões verificadas, dos Inventários de Emissões Nacionais da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

No Anexo A podem ser consultados os quadros que contêm as principais hipóteses quantitativas diferenciadoras dos dois cenários.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES

No quadro 2, apresentam-se os resultados síntese obtidos para a evolução das emissões de CO₂ nos dois cenários Tendencial e Mudança. No anexo B podem ser consultados os quadros com resultados mais detalhados e indicadores para os dois cenários.

A cada cenário socioeconómico associou-se um conjunto coerente de hipóteses tecnológicas e de *mix* energético, baseadas em dados de literatura diversa da especialidade. A subjectividade do utilizador aconselha, no entanto, a que se efectuem análises de sensibilidade a diversos parâmetros, embora tal não tenha sido contemplado neste artigo.

Mantiveram-se propositadamente, nos dois cenários, as mesmas hipóteses para a parcela de população em zona urbana e para a densidade automóvel, sendo estes, dois dos parâmetros que poderiam ser sujeitos a análises de sensibilidade. Para além deles, poder-se-iam analisar igualmente os seguintes parâmetros: utilização do veículo particular, mobilidade (em longa distância e em zona urbana/ suburbana), taxas de renovação das frotas de veículos (ligeiros e pesados), *mix* de energia final e medidas de política (maior eficiência energética).

**Quadro 2 – Síntese da evolução das emissões de CO₂ e de alguns indicadores energéticos e ambientais
Cenários Tendencial e Mudança**

INDICADORES								
	Unidade	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Cenário Tendencial								
Emissões de CO₂								
<i>taxa de crescimento médio anual - Total</i>	%		5,5	7,4	0,6	0,3	-0,9	-0,4
Por tipo de transporte								
Transporte de Mercadorias	%		4,0	10,2	2,0	0,7	-0,6	0,4
Transporte de Passageiros	%		6,6	5,1	-0,8	-0,1	-1,3	-1,2
	Índice	2005=100			100	101	97	95
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	2,99	2,99	2,99	2,94	2,85	2,70	2,69
Cenário de Mudança								
Emissões de CO₂								
<i>taxa de crescimento médio anual - Total</i>	%		5,5	7,4	0,6	-0,9	-1,5	-2,4
Por tipo de transporte								
Transporte de Mercadorias	%		4,0	10,2	2,0	-0,7	-1,6	-3,0
Transporte de Passageiros	%		6,6	5,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,8
	Índice	2005=100			100	96	89	79
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	2,99	2,99	2,99	2,94	2,84	2,69	2,64

Os resultados obtidos para os dois cenários contrastados Tendencial e Mudança, permitem tirar um primeiro conjunto de conclusões:

- Mediante o quadro de hipóteses adoptadas, **é possível uma redução das emissões de CO₂ em 2020, face a 2005, em ambos os cenários** (da ordem dos 5-21%). A redução é mais acelerada no Cenário de Mudança, logo a partir de 2010, com decréscimos gradualmente mais acentuados até final do período. Note-se, no entanto, que **grande parte destas reduções é conseguida à custa de substituição de gasolina e gasóleo por biocombustíveis e electricidade**, cujas emissões de CO₂ são nulas na utilização. Contudo não deverá ser esquecido que, na sua produção, os biocombustíveis originam emissões, sobretudo de outros gases de efeito de estufa como o óxido nitroso (N₂O), e a electricidade origina mais ou menos emissões de CO₂ consoante o mix energético utilizado para a sua geração.
- O **Cenário Tendencial é globalmente mais emissor de CO₂ até ao final do período**, por um lado, por a ele ser inerente uma estrutura produtiva que origina o transporte de **mercadorias mais pesadas** e, por outro, por associar ao transporte de passageiros uma **maior mobilidade em zona urbana**, uma **maior utilização do veículo particular**, **menores taxas de renovação das frotas de veículos** e uma **menor eficiência energética e ambiental**.
- O **Cenário de Mudança é globalmente menos emissor de CO₂ até ao final do período**, uma vez que, contrariamente ao cenário anterior, está associado a uma **renovação da estrutura produtiva, que origina o transporte de mercadorias mais leves**, e a um **modelo de urbanização mais compacto**, com **menores mobilidades em zona urbana e menores utilizações do veículo particular**. Simultaneamente, a maior prosperidade económica permite taxas mais aceleradas de renovação das frotas de veículos, bem como uma maior mobilidade em percursos de longa distância para lazer, embora compensados pela melhoria tecnológica. As hipóteses subjacentes ao cenário têm implícito um **forte esforço de eficiência energética**, que para além da **renovação das frotas de veículos por outros mais eficientes**, tem subjacente uma forte implementação de **sistemas inteligentes de gestão do tráfego e alterações comportamentais**, que abrangerão desde uma maior coordenação/ cooperação

institucional até uma atitude individual mais responsável através de uma condução mais eficiente, maiores taxas de ocupação e/ou opção por motorizações menos poluentes (que exigirão investimentos bem mais elevados do que no cenário Tendencial, que um modelo deste tipo não permite contabilizar).

- Os **volumes de tráfego de mercadorias** ao longo do período em estudo, são mais elevados no Cenário Tendencial, apesar deste estar associado a um crescimento económico mais moderado, por ter implícita uma estrutura produtiva à base de mercadorias mais pesadas. A predominância do transporte de mercadorias por rodovia mantém-se nos dois cenários, embora no Cenário de Mudança ocorram transferências modais significativas para a ferrovia (cerca do quádruplo em 2020, face a 2005) e para o transporte marítimo (mais do que quadriplicam em 2020, face a 2005).
- Os **volumes de tráfego de passageiros** são globalmente mais elevados no Cenário de Mudança, associado a maior prosperidade económica e a um crescimento populacional. No entanto, neste cenário, esses volumes de tráfego crescem de forma acentuada em percursos de longa distância, mantendo-se praticamente constantes em zona urbana/suburbana, dado estarem subjacentes menores necessidades de mobilidade por melhoria da organização do espaço nas zonas urbanas. No Cenário de Mudança verifica-se uma transferência modal para modos colectivos de transporte, sobretudo em zona urbana/suburbana.
- Os **consumos de energia** associados aos tráfegos de mercadorias e de passageiros são globalmente mais elevados no Cenário Tendencial, pelos volumes de tráfego mais elevados, maior utilização do veículo particular, menores renovações das frotas e menores eficiências energéticas. Em ambos os cenários os biocombustíveis assumem um peso significativo no balanço energético, por via da obrigatoriedade legislativa de incorporação no gasóleo e na gasolina, utilizados tanto nas motorizações convencionais como nos veículos híbridos a gasolina ou a gasóleo. No Cenário de Mudança há maior transferência de consumos de gasolina e gasóleo para electricidade e gás natural.

Espera-se que os ensaios efectuados contribuam para clarificar os efeitos de cenários alternativos de desenvolvimento socioeconómico, tecnológico, comportamental e de

modelo urbano nos padrões de mobilidade, procura de energia e emissões de CO₂ nos transportes. As duas visões extremadas permitem tirar algumas ilações que guiem a tomada de decisões, de forma a não comprometerem o desenvolvimento futuro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

5.1. Metodologia e aplicações práticas ao caso Português

CARVALHO NETO *et al.*, (1980) *A Procura de Energia em Portugal (Cenários Alternativos) 1977-2000*, DGE/GEBEI, Lisboa

DGE/PEN (1990), *Cenários de Evolução da Procura de Energia. 1990-2010*, Lisboa

DGE (1995), *Energia 1995-2015. Estratégia para o Sector Energético*, MIE/SEE, Lisboa

DGE (Junho 1999), *A procura de energia em Portugal 2000-2020. Sector transportes* (Doc. não publicado)

LAPILLONE, B., (1992) *Overview & Experience in the Use of End-Use Demand Models: Example of MEDEE*, Workshop and Conference on “Global Change and Environmental Considerations for Energy System Development”, 21 April – 8 May 1992, IAEA/UNIDO

5.2. Fontes de informação – dados estatísticos e cenários

ACAP (2001), *Estatísticas do Sector Automóvel*, Edição 2000

ACAP (Janeiro 2008), <http://www.acap.pt/>

APA (2008), *Inventários de Emissões 1990 a 2006. Submissões no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC)*

www.apambiente.pt/politicambient/Ar/InventarioNacional/Paginas/default.aspx

APDC (2008), *SMART Portugal 2020: A redução de emissões e o aumento da eficiência energética através das TIC*, versão preliminar divulgada em 2/12/2008

CARRIS (2008), <http://www.carris.pt/>

CE/EUROSTAT (2007), *Energy & Transport in Figures 2006*

DGE (1989), *Consumo de Energia no Sector Doméstico*, Lisboa

DGE (1996), *Resultados do Inquérito ao Consumo Doméstico*, Lisboa

DGEG (2008), *Balanços Energéticos 1990 a 2006*, www.dgge.pt

DGEP/MFAP (Julho 2005), *A Economia Portuguesa*

Diário da República (2008), Decreto-Lei nº 89/2008, de 30 de Maio e Declaração de Rectificação nº 35-A/2008, de 27 de Junho

EURACTIVE (17 de Setembro de 2007, actualizado em 10 de Outubro de 2008), “Cars & CO₂”

- EURELECTRIC (March 2007), *The Role of Electricity. A new path to secure, competitive energy in a carbon-constrained world*
- FÉLIX RIBEIRO *et al.*, (Março 2008), *Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito*, DPP, Lisboa, http://www.dpp.pt/pages/files/Estudo_Cenarios_Pos-Quito.pdf
- GPRI/MOPTC (Set 2008), *Alguns Números sobre Obras Públicas, Transportes e Comunicações em Portugal 2000-2006*
- GPRI/MOPTC (Set 2008), *Transporte Urbano de Passageiros em Lisboa e no Porto. Perspectivas da evolução, 1995-2007*
- INE/AA/GEP (Fev 2003), *Movimentos Pendulares e Organização do Território Metropolitano: AML e AMP, 1991-2001*
- INE (1993), *Recenseamento da População e Habitação, Censos 1991*
- INE (1997), *Estatísticas dos Transportes e Comunicações*
- INE (1998), *Anuário Estatístico 1997*
- INE (2000), *Estatísticas Demográficas*
- INE (2000), *Estatísticas dos Transportes e Comunicações*
- INE (2000), *Inquérito ao Transporte Rodoviário de Passageiros*
- INE (2003), *Recenseamento da População e Habitação, Censos 2001*
- INE (2005), *Estatísticas Demográficas*
- INE (2005), *Estatísticas dos Transportes*
- INE (2008), *Estatísticas dos Transportes -2007*, www.ine.pt
- INE (2008), *Inquérito ao Transporte Rodoviário de Mercadorias*
- Jornal Expresso (29/12/2007), Dossiê Especial "Transporte Rodoviário de Mercadorias"
- Jornal Público (10/11/2008) "Orçamento deixa em risco plano de abate de carros poluentes"
- Jornal Público (3/12/2008), "Acordo negocial UE-Indústria Automóvel"
- ML -METRO de Lisboa (2008), <http://www.metrolisboa.pt/>
- MP -METRO do Porto (2008), <http://www.metroporto.pt/>
- PNAC (2006) – *Plano Nacional para as Alterações Climáticas*, Transportes
- PNAEE (2008) - *Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética 2008-2015*, (RCM nº 80, de 20 de Maio de 2008)
- RAVE (2008), <http://www.rave.pt/>
- STCP - Sociedade de Transportes Colectivos do Porto, AS (2008), <http://www.stcp.pt/pt/home/principal.htm>
- UNEP (2008), *Climate Change Adaptation and Mitigation in Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices*, pág. 74 e 75 - Transportes
- WBCSD (2004), *Mobility 2030*

World Energy Council (2007), *Transport Technologies and Policy Scenarios to 2050*
WTW(2007), *Report 2006* (CONCAWE, EUCAR, JRC), in Wolfgang Steiger, "The potential of Biofuels. A view of the automotive sector", apresentação da Volkswagen na Conferência "Renováveis 2020", Lisboa, 11.07.2007

5.3. Artigos citados - interacção entre transportes e planeamento urbano

Kenworthy, J.(2009), *Urban Planning and Transport Paradigm Shifts for Surviving the Post-Petroleum Age in Cities*, ISTP, Murdoch University, Perth, Western Australia,
http://www.internationaltransportforum.org/2009/pdf/AUS_UrbPlanning_Kenworthy.pdf

Newman & Kenworthy (2000), *The Ten Myths of Automobile Dependence*, World Transport Policy & Practice, Volume 6, Number 1,
http://www.worldcarfree.net/resources/freesources/ad_myths.pdf



ANEXO A – HIPÓTESES DIFERENCIADORAS DOS CENÁRIOS

Quadro A1 – Transporte de Mercadorias - Variáveis diferenciadoras dos Cenário

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
DETERMINANTES SOCIO-ECONÓMICAS									
PIB	PIBpm	milhões €2000	138863	152436	168729	139935	160384	187933	DPP (2008), Cenários para a economia Portuguesa no período pós-Quito; Cen. Mudança - Hipótese DPP tendo por base maior crescimento económico, alteração da estrutura produtiva para produtos mais avançados (mais leves) e um modelo de cidade mais compacta.
VAB_Tr	VAB dos Transportes	milhões €2000	2845	3086	3373	2863	3161	3515	DPP (2008), Cenários para a economia Portuguesa no período pós-Quito
PIB_tx	Taxa de evolução média anual do PIB	%	1,7	1,9	2,1	1,9	2,8	3,2	“
PIB_tx_admerc	Indexação das mercadorias transportadas ao PIB - Taxa adicional à taxa do PIB	%	2,5	2,0	1,0	2,0	1,0	0,0	2010-2020-Variável usada para calibração com medida de política de redução da intensidade energética; Cenário Tendencial - transporte de mercadorias mais pesadas => taxa adicional maior
Estrutura do tráfego de mercadorias por modo de transporte									
βtkm_R	Parte de tráfego rodoviário e ferroviário de mercadorias, por rodovia		0,930	0,920	0,910	0,920	0,900	0,850	2010 a 2015 - Cálculo - Complemento do transporte por ferrovia
βtkm_R_Int	Parte do tráfego rodoviário de mercadorias internacional		0,60	0,60	0,60	0,60	0,62	0,65	
βtkm_F	Parte de tráfego de mercadorias por caminho de ferro		0,07	0,08	0,09	0,08	0,10	0,15	Cenário Tendencial - consistência com % de tráfego nas plataformas logísticas; idem para Cenário de Mudança, e maior transferência modal para a ferrovia, por TGV, no final do período.

Quadro A1 – Transporte de Mercadorias - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Notas e fontes de informação						
			Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
PROCURA DE ENERGIA FINAL									
Estrutura do tráfego de mercadorias por tipo de combustível									
<i>Parte de tráfego rodoviário</i>									
$\beta_{tkm_R_Gleo}$	Gasóleo		0,98	0,96	0,94	0,96	0,92	0,88	
$\beta_{tkm_R_GN}$	GN		0,02	0,04	0,06	0,04	0,08	0,12	
Dados Tecnológicos									
Consumos médios de combustível em veículos para transporte de mercadorias									
$CME_Tr_Vmerc_R$	Consumo médio do transporte rodoviário de mercadorias	kcal/tkm	629	542	490	600	500	400	Cenário Tendencial - reduções de forma a calibrar com os objectivos de política, de redução da intensidade energética; Cenário de Mudança -valores inferiores a Cen Tendencial => maior redução da intensidade energética.
$CME_Tr_Vmerc_M$	Consumo médio de barcos	kcal/tkm	554	477	431	528	440	352	Considerado 12% inferior ao consumo médio por rodovia, de acordo com a calibração dos valores de 1990 a 2005
Medidas de política									
β_{tkm_M}	% de transferência do tráfego internacional rodoviário de mercadorias para o modo marítimo	%	15	20	27	15	22	32	Cen Tendencial - PNAEE - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética 2008-2015; Programa 3 - Eficiência Energética nos Transportes; 2020 - Hipótese DPP
Para teste com resultados	Taxa de redução da intensidade energética dos transportes de mercadorias (tep/VAB)	%	-1,0	-6,0	-6,0	-7,9	-11,8	-20,0	“ Medida que pressupõe o SEET - Sistema de Eficiência Energética nos Transportes.

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
DETERMINANTES SOCIO-ECONÓMICAS									
POP	População	M habitantes	10,596	10,538	10,420	10,656	10,725	10,740	Hipóteses DPP (cen Tendencial e Cen Mudança)
POP_txa	Taxa de crescimento médio anual	%	0,1	-0,1	-0,2	0,2	0,1	0,0	
Km_VLpass	Utilização do veículo particular	km/ano	11500	11400	11300	10900	10700	10500	
Transporte de Passageiros em longa distância									
km_LD_p	Mobilidade por pessoa	km/ano	8200	9200	9700	9000	10000	10500	
tocup_LD_VLpass	Taxa de ocupação de automóveis	Passageiros / veículo	1,90	1,90	1,90	2,00	2,00	2,00	
β _LD_VPpass_F	Parte do transporte colectivo de passageiros por comboio		0,20	0,30	0,40	0,25	0,35	0,45	
β _LD_VPpass_R	Parte do transporte colectivo por autocarro		0,78	0,68	0,58	0,73	0,63	0,53	Cálculo por diferença
Transporte de Passageiros em zona urbana/suburbana									
km_ZU_p	Mobilidade por pessoa	km/ano	3200	3300	3400	3000	3000	3000	
tocup_ZU_VLpass	Taxa de ocupação de automóveis	Passageiros / veículo	1,50	1,60	1,70	1,60	1,70	1,80	
tocup_ZU_VLpass_táxis	Taxa de ocupação dos táxis	Passageiros / veículo	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	Hipótese inferior ao automóvel particular
β _ZU_VLpass	Parte do transporte urbano de passageiros por veículo particular		0,52	0,52	0,52	0,50	0,45	0,40	Cenário Tendencial - Cálculos a partir da transferência modal prevista no PNAEE - Programa 2 - Mobilidade Urbana; 2020 - Hipótese DPP

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
DETERMINANTES SOCIO-ECONÓMICAS									
$\beta_{ZU_ped+ciclovía}$	Parte do transporte urbano por circuito pedestre ou ciclovía		0,18	0,19	0,19	0,20	0,22	0,24	Cenário Tendencial - PNAEE - Programa 2 - Mobilidade Urbana; cobertura de 50% das necessidades básicas (menos de 15 minutos) por circuitos pedestres.
β_{ZU_taxis}	Parte do transporte urbano por táxi		0,01	0,01	0,01	0,015	0,020	0,025	
$\beta_{ZU_VPpass_F}$	Parte do transporte colectivo por comboio/metro/eléctrico		0,50	0,55	0,60	0,55	0,60	0,65	
$\beta_{ZU_VPpass_R}$	Parte do transporte colectivo por autocarro (incluindo mini-bus)		0,48	0,43	0,38	0,43	0,38	0,33	Cálculo por diferença
$\beta_{ZU_VPpass_M}$	Parte do transporte colectivo urbano fluvial		0,02	0,02	0,02	0,025	0,025	0,025	
Renovação do parque automóvel									
V_{VLpass_tx}	Taxa de evolução quinzenal das vendas		-0,078	-0,078	-0,078	-0,045	0,099	-0,128	Cenário Tendencial - 2010, considerada a mesma evolução que em 2006 e 2007 e taxa constante até final do período; Cenário de Mudança - Evolução de forma a obter o parque pela via da população e da densidade automóvel
PARQVLpass_txabate	Taxa de abate anual		0,028	0,028	0,028	0,030	0,030	0,030	

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança		Notas e fontes de informação	
			2010	2015	2020	2010	2015		2020
PROCURA DE ENERGIA FINAL									
Características do parque de veículos									
Veículos ligeiros de passageiros									
<i>Estrutura das vendas de veículos novos pós-2005 (no período)</i>									
βV_{VLpass_Gina}	Parte das vendas de ligeiros a gasolina		0,690	0,732	0,605	0,670	0,620	0,510	Cálculo por diferença
βV_{VLpass_Gole}	Parte das vendas de ligeiros a gasóleo		0,220	0,200	0,180	0,200	0,180	0,160	
βV_{VLpass_GN}	Parte das vendas de ligeiros a GN		0,040	0,040	0,040	0,080	0,080	0,080	
βV_{VLpass_Hib}	Parte das vendas de ligeiros híbridos		0,030	0,008	0,150	0,030	0,100	0,200	PNAEE 2020 (versão preliminar para discussão, 21 Dezembro 2007); 3%, 10% e 20% em 2010, 2015 e 2020 (valores não aprovados); EURELECTRIC (March 2007), "The Role of Electricity. A new path to secure, competitive energy in a carbon-constrained world", refere potencial de quota de mercado de Híbridos <i>Plug-in</i> (PHEV) a nível mundial, em 2030, de 8 - 20%; Cen Tendencial - Considerado valor inferior ao do PNAEE 2020 - 8% em 2015 e 15% em 2020.
βV_{VLpass_Ele}	Parte das vendas de ligeiros a electricidade		0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,030	APDC, "SMART Portugal 2020" (versão preliminar divulgada em 3/12/2008); valor de 3% da frota considerado razoável em 2020, devido à lentidão de rotação da base instalada; Cen Tendencial - Considerado valor inferior ao do estudo da APDC - 0,5%

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
			PROCURA DE ENERGIA FINAL						
Características do parque de veículos									
Veículos pesados de passageiros em longa distância									
<i>Transporte colectivo por autocarro</i>									
$\beta_{LD_VPpass_R_Gleo}$	a gasóleo		1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	
$\beta_{LD_VPpass_R_GN}$	a GN		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	
Veículos pesados de passageiros em zona urbana									
<i>Transporte colectivo por autocarro e mini-bus</i>									
$\beta_{ZU_VPpass_R_Gleo}$	a gasóleo		0,95	0,93	0,91	0,91	0,87	0,83	
$\beta_{ZU_VPpass_R_GN}$	a GN		0,04	0,06	0,08	0,08	0,12	0,16	
Dados Tecnológicos									
Consumos médios de energia nos veículos de passageiros em longa distância									
$CME_Tr_VPpass_R_Gleo_LD$	Consumo médio de autocarros a gasóleo	l/100 km	31	30	29	30	28	26	
$CME_Tr_VPpass_M_Gleo_LD$	Consumo médio de transportes marítimos/fluviais a gasóleo	kcal/lugar.km	90	90	90	88	86	84	
$CME_Tr_VPpass_M_Fue_LD$	Consumo médio de transportes marítimos/fluviais a fuelóleo	kcal/lugar.km	90	90	90	88	86	84	

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
Dados Tecnológicos									
Consumos médios de energia nos veículos de passageiros em zona urbana/ suburbana									
CME_Tr_Novos_VLpass_Gina_ZU	Consumo médio de gasolina em zona urbana, nos veículos novos	l/100 km	6,5	6,0	4,6	6,2	5,9	4,5	EURACTIVE, "Cars & CO2", 17 de Setembro de 2007, actualizado em 10 de Outubro de 2008; UNEP, "Climate Change Adaptation and Mitigation in Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices", 2008; Cen. Tendencial-2010 e 2015-Assumidos consumos correspondente a 130g CO ₂ /km e 120g CO ₂ /km (metas da UE decididas no início de Dezembro de 2008); 2020-assumido o valor do veículo mais eficiente existente no mercado em 2008 (Wolkswagen Polo Blue Motion), mais 20% em circuito cidade; Cen. Mudança–valores 2% inferiores.
CME_Tr_Novos_VLpass_Gleo_ZU	Consumo médio de gasóleo em zona urbana nos veículos novos	l/100 km	5,9	5,4	4,1	5,9	5,4	4,0	Assumidos valores 90% inferiores aos do consumo de gasolina
CME_Tr_VPpass_autocar_R_Gleo_ZU	Consumo médio de autocarros a gasóleo	l/100 km	50	48	46	48	46	44	
CME_Tr_VPpass_minibus_R_Gleo_ZU	Consumo médio de mini-buses a gasóleo	l/100 km	25	24	23	24	23	22	Na falta de informação assumiu-se metade do valor dos autocarros
CME_Tr_VLpass_táxis_ZU	Consumo médio dos táxis a gasóleo	l/100 km	7,37	7,13	6,81	7,38	7,11	6,76	Na falta de informação assumiu-se o valor médio do parque de automóveis particulares a gasóleo, em zona urbana
CME_Tr_VPpass_M_Gleo_ZU	Consumo médio de transportes fluviais a gasóleo	kcal/lugar.km	90	90	90	88	86	84	

Quadro A2 – Transporte de Passageiros - Variáveis diferenciadoras dos Cenário (continuação)

VARIÁVEIS EXÓGENAS									
Variável	Significado	Unidade	Cenário Tendencial			Cenário de Mudança			Notas e fontes de informação
			2010	2015	2020	2010	2015	2020	
Consumos médios de energia nos veículos de passageiros em zona urbana/ suburbana									
CME_Tr_VPass_M_Fue_ZU	Consumo médio de transportes fluviais a fuelóleo	kcal/lugar.km	90	90	90	88	86	84	
Medidas de Política									
Dirigidas à renovação do parque automóvel									
β_VLpass_mais 10 anos	% parque de veículos ligeiros de passageiros com mais de 10 anos	%	35	30	20	30	25	15	Cen. Tendencial - PNAEE Programa 1 - Renove Carro; 2020 - Hipótese DPP; Cen Mudança - percentagem menor do que previsto no PNAEE
Dirigidas à mobilidade urbana									
β_ZU_VPass_adic	Transferência modal, de transporte individual para colectivo em ZU (acumulada face a 2005)	%		5	7		7	10	Cen. Tendencial - PNAEE - Programa 2 - Mobilidade Urbana; Cen Mudança - percentagem maior do que previsto no PNAEE; Medida que pressupõe ordenamento do território e mobilidade urbana nas capitais de distrito
β_ZU_VPass_minibus_R	% da frota mini-bus nas frotas de transporte público	%	5	15	20	7	18	22	“
β_ZU_VLpass_taxis_R_Hib	% de táxis híbridos		0	0	0	0	1	5	Medida prevista na versão preliminar do PNAEE, para discussão, 21/12/2007 (não aprovada), referia 1% em 2010, 10% em 2015 e 20% em 2020; Prof. Tiago Farias, refere disponibilidade comercial da tecnologia não antes de 15 anos => 2020, in Jornal de Negócios, 23/06/2008.
Informação complementar									
CME_Tr_coef+efic_VLpass	Melhoria da eficiência energética atribuída à gestão mais inteligente		0,98	0,97	0,96	0,97	0,95	0,93	Hipótese DPP, com base em PNAEE - Programa 1 - Renove Carro



ANEXO B – PRINCIPAIS RESULTADOS

Quadro B1 – Resultados do Cenário Tendencial

INDICADORES								
	Unidade	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
TRANSPORTE DE MERCADORIAS								
Taxa média de crescimento anual de tráfego de mercadorias	%		3,1	7,2	8,9	4,2	3,9	3,1
Percentagem de tráfego por ferrovia	%	7,8	7,9	8,1	5,8	7,0	8,0	9,0
Percentagem de tráfego marítimo	%	7,8	6,7	4,7	6,2	8,4	11,0	14,6
Taxa média de crescimento anual de energia final	%		4,0	10,2	2,5	1,3	0,4	0,5
Taxa média de crescimento anual de emissões de CO ₂	%		4,0	10,2	2,0	0,7	-0,6	0,4
Índice de variação 1990=100								
Emissões de CO ₂ Totais	1990=100	100	122	198	218	226	219	223
Índice de variação 2005=100								
Emissões de CO ₂ Totais	2005=100				100	103	100	102
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	3,02	3,02	3,02	2,95	2,86	2,72	2,69
Emissões de CO ₂ por PIB	kg CO ₂ / mil €2000	48,4	55,6	73,9	78,4	74,4	65,6	60,4
Consumo de energia final por tonelada quilómetro transportada	kgep/ kt.km	78,8	82,6	94,8	69,8	60,5	51,0	45,1
Consumo de energia final por PIB	kgep/ €2000	16,0	18,4	24,5	26,5	26,0	24,1	22,4
Consumo de energia final por VAB do sector	kgep/ €2000		936,2	1209,3	1281,4	1268,0	1192,2	1121,2
Taxa de redução da Intensidade Energética do Transporte de Mercadorias (CEF/VAB)	%			29,2	6,0	-1,0	-6,0	-6,0

Quadro B1 – Resultados do Cenário Tendencial (continuação)

INDICADORES								
	Unidade	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
TRANSPORTE DE PASSAGEIROS								
Taxa média de crescimento anual de tráfego de passageiros em longa distância	%		6,5	4,9	3,8	1,9	2,2	0,8
Taxa média de crescimento anual de tráfego de passageiros em zona urbana/suburbana	%		1,8	1,7	2,2	1,3	0,5	0,4
Percentagem de tráfego em zona urbana/suburbana em transporte particular	%	0,29	0,39	0,49	0,52	0,52	0,52	0,52
Taxa média de crescimento anual de energia final	%		6,7	5,1	-0,4	0,5	-0,2	-1,2
Taxa média de crescimento anual de emissões de CO ₂	%		6,6	5,1	-0,8	-0,1	-1,3	-1,2
Índice de variação 1990=100								
Emissões de CO ₂ Totais	1990=100	100	138	177	170	169	159	149
Índice de variação 2005=100								
Emissões de CO ₂ Totais	2005=100				100	99	93	88
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	2,97	2,96	2,97	2,92	2,83	2,68	2,68
Emissões de CO ₂ por habitante	kg CO ₂ /capita	533,4	732,2	921,6	859,2	850,2	802,3	762,2
Consumo de energia final por passageiro quilómetro transportado em longa distância	kgep/kpass.km	32,3	33,2	32,5	27,6	26,7	24,7	22,7
Consumo de energia final por passageiro quilómetro transportado em zona urbana	kgep/kpass.km	34,3	41,5	52,0	41,3	36,3	31,1	26,8
Consumo de energia final por habitante	kgep/capita	179,8	246,9	310,0	294,0	300,3	298,8	284,3

Quadro B2 – Resultados do Cenário de Mudança

INDICADORES								
	Unidade	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
TRANSPORTE DE MERCADORIAS								
Taxa média de crescimento anual de tráfego de mercadorias	%		3,1	7,2	8,9	3,9	3,8	3,2
Percentagem de tráfego por ferrovia	%	7,8	7,9	8,1	5,8	8,0	10,0	15,0
Percentagem de tráfego marítimo	%	7,8	6,7	4,7	6,2	8,3	12,3	17,8
Taxa média de crescimento anual de energia final	%		4,0	10,2	2,5	0,0	-0,5	-2,3
Taxa média de crescimento anual de emissões de CO ₂	%		4,0	10,2	2,0	-0,7	-1,6	-3,0
Índice de variação 1990=100								
Emissões de CO ₂ Totais	1990=100	100	122	198	218	211	194	167
Índice de variação 2005=100								
Emissões de CO ₂ Totais	2005=100				100	96	89	76
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	3,02	3,02	3,02	2,95	2,85	2,70	2,61
Emissões de CO ₂ por PIB	kg CO ₂ / mil €2000	48,4	55,6	73,9	78,4	68,8	55,4	40,6
Consumo de energia final por tonelada quilómetro transportada	kgep/ kt.km	78,8	82,6	94,8	69,8	57,6	46,6	35,4
Consumo de energia final por PIB	kgep/ €2000	16,0	18,4	24,5	26,5	24,1	20,5	15,6
Consumo de energia final por VAB do sector	kgep/ €2000		936,2	1209,3	1281,4	1179,9	1040,7	832,7
Taxa de redução da Intensidade Energética do Transporte de Mercadorias (CEF/VAB)	%			29,2	6,0	-7,9	-11,8	-20,0

Quadro B2 – Resultados do Cenário de Mudança (continuação)

INDICADORES								
	Unidade	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
TRANSPORTE DE PASSAGEIROS								
Taxa média de crescimento anual de tráfego de passageiros em longa distância	%		6,5	4,9	3,8	3,9	2,3	1,0
Taxa média de crescimento anual de tráfego de passageiros em zona urbana/suburbana	%		1,8	1,7	2,2	0,1	0,1	0,0
Percentagem de tráfego em zona urbana/suburbana em transporte particular	%	0,29	0,39	0,49	0,52	0,50	0,45	0,40
Taxa média de crescimento anual de energia final	%		6,7	5,1	-0,4	-0,4	-0,2	-1,7
Taxa média de crescimento anual de emissões de CO ₂	%		6,6	5,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,8
Índice de variação 1990=100								
Emissões de CO ₂ Totais	1990=100	100	138	177	170	161	151	138
Índice de variação 2005=100								
Emissões de CO ₂ Totais	2005=100				100	95	89	81
Emissões de CO ₂ por consumo de energia final	t CO ₂ / tep	2,97	2,96	2,97	2,92	2,83	2,68	2,67
Emissões de CO ₂ por habitante	kg CO ₂ /capita	533,4	732,2	921,6	859,2	805,1	750,1	685,5
Consumo de energia final por passageiro quilómetro transportado em longa distância	kgep/kpass.km	32,3	33,2	32,5	27,6	24,3	22,8	20,6
Consumo de energia final por passageiro quilómetro transportado em zona urbana	kgep/kpass.km	34,3	41,5	52,0	41,3	31,5	24,8	19,0
Consumo de energia final por habitante	kgep/capita	179,8	246,9	310,0	294,0	284,5	279,6	256,3

ANEXO C – UNIDADES E CONVERSÕES

Unidades Energéticas:

kcal – quilocalorias

kWh – quilo Watts hora

GWh – Giga Watts hora

tep – toneladas equivalentes de petróleo

kgep – quilogramas equivalentes de petróleo

ktep – quilo toneladas equivalentes de petróleo

Conversões:

Unidades	Conversão	
kcal	x 0,0000001	tep
kcal	x 0,0001	kgep
1000 kcal	x 0,1	kgep
kWh	x 0,086	kgep
GWh	x 0,086	ktep

Factores de Emissão:

Factores de emissão	t CO ₂ / tep
GPL Rodoviário	2,590
Gás Natural Rodoviário	2,553
Gasóleo Rodoviário	3,032
Gasolina	2,975
Diesel Ferroviário	3,032
Gasóleo para Barcos	3,101
Fuelóleo para Barcos	3,239