

Joana Maria Rocha Balsa

Avaliação do impacto da introdução de
veículos elétricos na procura de
combustíveis em Portugal

Setembro 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FEUC FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Joana Maria Rocha Balsa

Avaliação do impacto da introdução de veículos elétricos na procura de combustíveis em Portugal

Dissertação de Mestrado em Gestão, apresentada à Faculdade
de Economia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau
de Mestre

Orientador: Prof. Doutora Patrícia Pereira da Silva

Coimbra, 2013

Resumo

Alguns dos problemas da sociedade moderna passam pelo agravamento da dependência energética externa, pela volatilidade dos preços dos combustíveis fósseis e pelo agravamento das emissões de gases poluentes. Os veículos elétricos (VE) apresentam-se como uma solução sustentável para a mitigação destas problemáticas apresentando vantagens face aos veículos a combustão interna (VCI), nomeadamente ao nível da eficiência, consumo energético, níveis de emissões de gases poluentes e custos associados à operação dos mesmos. No entanto, face ao seu elevado preço de venda inicial e à sua autonomia reduzida, a desconfiança gerada juntos dos consumidores não tem fomentado o crescimento destas novas tecnologias automóveis. É expectável que a evolução tecnológica inerente ao decorrer dos anos e a tendência crescente de agravamento do preço dos combustíveis fósseis potenciem a penetração destas tecnologias no mercado automóvel.

Este estudo tem como objetivo principal avaliar o impacto da entrada de novas tecnologias automóveis, mais eficientes, como sejam a híbrida ou a elétrica, no mercado de combustíveis em Portugal e, em particular, as oscilações geradas na procura dos mesmos, no horizonte temporal até 2030. Atendendo ao panorama nacional e internacional, resultante da atual crise económico-financeira, e tendo em conta os principais fatores críticos de sucesso destas tipologias de viaturas no mercado nacional, desenvolvem-se dois cenários contemplando a alteração do *mix* que compõe o parque automóvel de VCI para a incorporação de VE. Estes cenários determinam uma alteração na curva de procura de combustíveis, cujo impacto é avaliado.

Os resultados constataam que a curto prazo, a entrada de VE no mercado nacional não se traduz num impacto significativo ao nível da procura de combustíveis. Esta evolução será determinada pela alteração do *mix* que compõe o parque automóvel de veículos convencionais. Acresce ainda que o impacto da evolução da tecnologia ao nível da eficiência dos motores a combustão bem como o decréscimo do consumo privado e as consequentes quebras de vendas do setor automóvel contribuirão, igualmente, para uma desaceleração do crescimento da procura de combustíveis.

Palavras-Chave

Política Energética, Veículo a Combustão Interna, Veículo Elétrico, Parque Automóvel Nacional, Procura de Combustíveis

Abstract

Some of the main challenges of the modern society are the increases in energy dependence, the volatility in fossil fuel prices and the rising in greenhouse gas emission levels. Electric vehicles are shown as a sustainable solution to mitigate these problems by presenting advantages compared to internal combustion vehicles, particularly in terms of efficiency, energy consumption, emissions of greenhouse gases and costs associated with their operations. However, high sale prices and reduced autonomy have affected consumer trust and diffusion levels of these technologies in the automotive market. Over the years, it is expected that technological evolution and the growing trend in fossil fuel increase may enhance the markets diffusion of these technologies.

This study aims to evaluate the more efficient automotive technologies impact (such as hybrid or electric) on Portuguese fuel market, particularly, demand fluctuations generated by 2030. Given the national and international scene, resulting from the current economic and financial crisis, and taking into account the main critical success factors of these types of vehicles in the domestic market, we have developed two scenarios contemplating a change in the mix that makes up the fleet of internal combustion vehicles for the incorporation of electric vehicles. These settings determine a change in fuel demand curve, whose impact is assessed.

Based on the short term results, it is found that the electric vehicles entry in the domestic market does not result in a significant impact on the demand for fuels. This evolution is mainly determined by the change in the mix that makes up the fleet of conventional vehicles. Furthermore, the impact of changing technology on the efficiency of combustion engines as well as the decrease in private consumption and consequent sale breaks in auto industry will also contribute to a slowdown in growth in fuel demand.

Keywords

Energy Policy, Internal Combustion Vehicle, Electric Vehicle, Portuguese LDV Fleet, Fuel Demand

Agradecimentos

À Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, pelo conhecimento transmitido.

À Professora Doutora Patrícia Pereira da Silva, por ter aceitado este desafio e por me encorajar em todos os momentos na concretização dos meus objetivos.

Aos meus pais, por tudo aquilo que sou.

À minha avó, o meu exemplo de mulher.

Ao meu irmão, por me conferir a responsabilidade de ser para ele um exemplo a seguir.

Ao meu marido, por ser o meu suporte em tudo o que concretizo.

À minha filha, a minha fonte de inspiração.

Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos e âmbito	2
1.2	Motivações.....	3
1.3	Organização da dissertação	5
2.	ENQUADRAMENTO.....	7
2.1	O paradigma energético e o setor dos transportes.....	7
2.2	A política energética europeia e nacional.....	12
2.3	Mercado dos combustíveis em Portugal.....	14
2.4	O papel dos veículos elétricos e a mobilidade elétrica em Portugal.....	18
3.	REVISÃO DA LITERATURA	21
4.	METODOLOGIA.....	29
4.1	Descrição geral do processo metodológico	29
4.1.1	Parque automóvel	30
4.1.2	Número de anos de duração do veículo.....	34
4.1.3	Distância média percorrida por um veículo.....	36
4.1.4	Poupança de combustível.....	37
5.	RESULTADOS.....	41
5.1	Avaliação da evolução do parque automóvel e do impacto resultante na procura de combustíveis	41
5.1.1	Primeiro cenário	45
5.1.2	Segundo cenário	48
5.2	Análise de sensibilidade	50
5.2.1	Análise de sensibilidade parque automóvel.....	52
5.2.2	Análise de sensibilidade parque automóvel elétrico.....	53
5.2.3	Análise de sensibilidade parque automóvel híbrido	54
6.	DISCUSSÃO	57
6.1	Implicações dos resultados obtidos.....	57
6.2	Limitações da dissertação	64
6.3	Sugestões de trabalhos futuros	66

7. CONCLUSÃO.....	71
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

Lista de figuras, gráficos e tabelas

Figura 1 – Representação gráfica da função Gompertz crescente (pág. 34)

Figura 2 – Representação gráfica da função Gompertz decrescente (pág. 35)

Figura 3 – Evolução do número de automóveis ligeiros em função do PIB (pág. 36)

Figura 4 – Parque de veículos motorizados em circulação por combustível utilizado em 2011 (pág. 46)

Gráfico 1 – Dependência energética da UE-27 em 2011 (pág. 8)

Gráfico 2 – Evolução das cotações médias anuais do *brent* (pág. 9)

Gráfico 3 – Evolução do saldo importador de energia em Portugal (pág. 9)

Gráfico 4 – Consumo de energia em Portugal (pág. 10)

Gráfico 5 – Consumo energético por setor em Portugal 2011 (pág. 11)

Gráfico 6 – Principais emissões de GEE por setor de atividade (pág. 11)

Gráfico 7 – Evolução das vendas de combustíveis em Portugal (pág. 15)

Gráfico 8 – Evolução do parque automóvel em Portugal (pág. 16)

Gráfico 9 – Evolução do preço médio dos combustíveis em Portugal (pág. 17)

Gráfico 10 – Composição do parque automóvel em 2010 (pág. 33)

Gráfico 11 – Metas de evolução do número de veículos elétricos em Portugal (pág. 33)

Gráfico 12 – Previsão de evolução do parque automóvel em Portugal (pág. 41)

Gráfico 13 – Previsão de evolução do *mix* do parque automóvel em Portugal (pág. 42)

Gráfico 14 – Estimativa de evolução de consumos (pág. 44)

Gráfico 15 – Evolução do parque automóvel de VCI de acordo com os cenários desenvolvidos (pág. 45)

Gráfico 16 – Cenário 1: Estimativa de evolução do parque automóvel de veículos a gasóleo e gasolina (pág. 46)

Gráfico 17 – Cenário 1: Estimativa de evolução da procura de combustíveis (pág. 47)

Gráfico 18 – Cenário 2: Estimativa de evolução da procura de combustíveis (pág. 49)

Gráfico 19 – Previsão da evolução da procura de combustíveis em Portugal (pág. 50)

Gráfico 20 – Comparação de cenários: parque automóvel (pág. 58)

Gráfico 21 – Comparação de cenários: procura de combustíveis (pág. 59)

Tabela 1 – Taxas de crescimento do parque automóvel nacional (pág. 32)

Tabela 2 – Previsão de evolução dos indicadores macroeconómicos em Portugal (pág. 32)

Tabela 3 – Cálculo previsional da taxa média de poupança anual no período 2012-2030
(pág. 39)

Tabela 4 – Evolução da procura de combustíveis (pág. 51)

Tabela 5 – Análise de sensibilidade parque automóvel (pág. 53)

Tabela 6 – Análise de sensibilidade parque automóvel elétrico (pág. 54)

Tabela 7 – Análise de sensibilidade parque automóvel híbrido (pág. 55)

Tabela 8 – Análise SWOT (pág. 61)

Abreviaturas e Símbolos

ACAP – Associação Automóvel de Portugal
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
CO₂ – Dióxido de Carbono
DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia
GEE – Gases Efeito Estufa
GPL – Gases de Petróleo Liquefeito
IMTT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres
INE – Instituto Nacional de Estatística
ISP – Imposto sobre Produtos Petrolíferos
IST – Instituto Superior Técnico
IVA – Imposto sobre Valor Acrescentado
km – Quilómetros
kt CO₂e – Quilotonelada de CO₂ equivalente
kWh - Quilowatt-hora
lts – Litros
m³ – Metros cúbicos
PIB – Produto Interno Bruto
PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
tcma – Taxa de Crescimento Média Anual
UE – União Europeia
USD – Dólar americano
VCI – Veículos a Combustão Interna
VE – Veículos Elétricos
V2G – *Vehicle-to-Grid*
WEC – *World Energy Council*
€ - euros
% - percentagem

1. INTRODUÇÃO

Nas sociedades atuais, o setor energético surge como um dos setores vitais para a economia. A utilização da energia de forma irracional tem implicações ao nível da fatura energética, pelo que é necessária a adoção de políticas que incentivem a utilização racional da energia e se encontrem integradas com as políticas ambientais. A nível internacional, todos os países têm assistido a uma revolução no setor energético. Esta revolução assente na flutuação dos preços dos combustíveis fósseis, nas alterações climáticas, no esgotamento das fontes energéticas e, mais recentemente, nos impactos oriundos da crise financeira global obrigou a uma mudança de atitude perante a forma como se abordarão as questões energéticas no futuro.

O esgotamento eminente das fontes de energia primárias, a dependência energética do petróleo e o impacto ambiental daí resultante conduz a uma aposta em novos modelos energéticos para a mobilidade que visam a melhoria da qualidade de vida das populações e a redução da fatura energética nacional. O principal objetivo passa por contribuir para a mobilidade sustentável, maximizando as vantagens e integrando as energias renováveis como alternativa aos combustíveis fósseis.

Ao longo dos últimos anos, os VE estão a ganhar uma importância cada vez maior dado o impacto ambiental dos VCI. A principal vantagem associada a esta tipologia de veículos assenta no facto de não serem poluentes, assim a eletricidade utilizada para o carregamento dos mesmos provém de fontes de energia renovável e não resulta da queima de combustíveis fósseis. Outra vantagem dos VE sobre os motores a combustão passa pelos menores custos associados aos mesmos: os VE, pela sua superior eficiência, conseguem também ter custos de operação por km percorrido muito abaixo dos valores normais para os veículos a combustão. Paralelamente, assentam num sistema mais robusto e fiável exigindo menor manutenção.

Apesar de constituírem a melhor solução para responder às questões atuais do aquecimento global e da dependência dos combustíveis fósseis, os VE ainda apresentam um custo de aquisição elevado, resultante do reduzido número de unidades produzidas, fator que constituiu uma adversidade para os consumidores, agravado pela atual crise económico-financeira. Por outro lado, apesar dos esforços e do investimento realizado

pelos construtores automóveis, a autonomia limitada das atuais baterias e o tempo de carregamento das mesmas ainda terão de sofrer algumas melhorias de forma a contribuírem para a massificação desta tecnologia.

De facto a temática dos VE encontra-se na ordem do dia, apesar da desconfiança inerente à novidade tecnológica que estes representam. Nesta dissertação, procura-se avaliar o potencial de crescimento dos VE no mercado e de que forma é que o mesmo pode afetar o mercado de combustíveis em Portugal tornando-se, efetivamente, uma real alternativa de mobilidade a curto-médio prazo. A tornar-se uma realidade, os VE poderão potenciar o surgimento de novos segmentos de mercado e estimular a criação de novos modelos de negócio associados à mobilidade, contribuindo para o desenvolvimento económico sustentado e para a criação de emprego.

1.1 Objetivos e âmbito

A presente dissertação desenvolve-se atendendo aos seguintes objetivos:

- 1) Estimar o crescimento de VE no mercado português;
- 2) Avaliar o impacto da evolução dos VE na procura de combustíveis em Portugal.

O VE apresenta-se nos dias de hoje como uma opção para determinadas aplicações de mobilidade e transporte, quando enquadrados com uma política concertada e sustentável de transportes. Apesar de não serem ainda encarados como uma real alternativa aos veículos a combustão, dadas as suas limitações ao nível do preço, da bateria e da autonomia a ela associada, a evolução tecnológica verificada ao longo dos últimos anos deixa antever que muito possivelmente algumas destas questões serão em breve colmatadas (Hidrue et al., 2011) Paralelamente, o interesse dos órgãos decisores e políticos nas problemáticas energéticas do presente século, conduz a uma união de esforços no sentido de se encontrarem incentivos que possibilitem contrariar as tendências eminentes ao nível da dependência energética, esgotamento de fontes de energia primárias e alterações climáticas (Camus et al., 2011).

Atendendo a estas questões, o principal objetivo desta dissertação consiste em avaliar o impacto da introdução de VE no mercado de combustíveis em Portugal.

Partimos da estimativa da evolução da penetração desta nova tipologia de veículos no mercado automóvel português para aferir qual a sua repercussão na procura de combustíveis fósseis, num horizonte temporal até 2030. Neste âmbito, procuramos antever a evolução de um mercado extremamente pressionado e volátil e no qual o surgimento de alternativas concretas poderá constituir uma ameaça, assim estas sejam mais baratas e viáveis.

Quais serão, então, os principais desafios e oportunidades que o futuro da mobilidade origina para Portugal? Nos próximos anos, os VE apresentarão uma quota significativa no mercado nacional? Que repercussões terão nos principais indicadores macroeconómicos, em particular, na procura de combustíveis? Serão os VE uma forma efetiva de fazer cumprir as metas estabelecidas pelo governo nacional junto da UE, em termos de política ambiental?

Esta dissertação não tem como objetivo enunciar as vantagens e desvantagens de uma nova tipologia de veículos automóveis nem identificar um novo segmento de mercado eminente, para tal seria necessário um estudo exaustivo através de um inquérito estatístico de forma a aferir o potencial de novos compradores desta tipologia de veículos. Este estudo procura contribuir, no entanto, para avaliar o impacto de uma alternativa energética de mobilidade, que tem como fonte principal a eletricidade, constituindo esta última uma forte concorrente aos combustíveis fósseis, amplamente utilizados no setor dos transportes em Portugal.

1.2 Motivações

A temática do VE surgiu no mercado durante o século XIX e, desde então, as dificuldades associadas ao armazenamento de energia e ao carregamento de betarias levaram ao favorecimento dos veículos a combustão.

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico das baterias associado a uma preocupação crescente com o esgotamento de fontes de energia primária, a escalada de preços dos combustíveis fósseis, a crescente dependência energética nacional e o agravamento do nível de emissões de gases poluentes intensificou a pressão sobre os

órgãos de decisão para o alcance de objetivos ao nível da diversificação de fontes de energia, mais seguras e limpas.

A atualidade destas problemáticas bem como a vertente multidisciplinar aqui contemplada permite que ao longo do desenvolvimento desta dissertação, o nível de conhecimento e pesquisa seja bastante amplo, sendo uma primeira razão para a orientação do presente documento. Acresce o facto de se tratar de um tema que pelo seu carácter inovador e, apesar do interesse manifestado por diversas entidades no panorama nacional e internacional e do reconhecimento da importância destas alternativas tecnológicas para um futuro sustentável, ainda não é encarado como uma real alternativa de mobilidade, nomeadamente, face aos combustíveis fósseis.

Por outro lado, da revisão da literatura efetuada para o desenvolvimento desta dissertação constatou-se que, no geral, os diversos estudos atuais enumeram as principais vantagens e desvantagens do VE bem como a resposta desta nova tecnologia de veículos aos principais problemas energéticos mundiais. Paralelamente, apesar da existência de muitos artigos direcionados para esta temática, foi-nos particularmente difícil encontrar algum que fosse focado no mercado português. A informação disponível sobre os VE em Portugal direciona-se sobretudo para análise de performance, veículos no mercado, autonomia, entre outras componentes de carácter mais técnico (Camus et al., 2011).

Finalmente, a ambição do crescimento do setor empresarial induz a uma diminuição da incerteza e do acaso na tomada de decisão. São necessários contributos empresariais e académicos que sustentem o planeamento a médio e longo prazo das organizações e o desenvolvimento de modelos de previsão que permitam a redução do risco inerente às opções das empresas. Neste sentido, pretende-se com deste documento desenvolver uma análise previsional na qual se procura antever o crescimento dos VE no mercado português e antecipar algumas das ações necessárias a desenvolver no âmbito das alternativas à utilização dos combustíveis rodoviários e ao desenvolvimento de novas formas de mobilidade.

1.3 Organização da dissertação

Em termos gerais, a estrutura da presente dissertação encontra-se dividida em três partes.

A primeira parte é composta pelos capítulos da Introdução e Enquadramento. Nesta fase inicial, apresenta-se a temática em estudo, os respetivos objetivos e âmbito da análise desenvolvida e dão-se a conhecer as principais motivações que conduziram à seleção do tema e das questões subordinadas ao mesmo. Por outro lado, procura-se enquadrar a problemática associada à reflexão a desenvolver, em particular, o atual paradigma energético e a influência no setor em análise, o quadro conceptual da política energética nacional e europeia que visa colmatar as questões enunciadas no ponto anterior e, por fim, analisam-se as principais variáveis e tendências que caracterizam o mercado dos combustíveis a nível nacional. Encerra-se este capítulo com uma breve descrição do papel desempenhado pelos VE no âmbito de todas estas questões e enunciam-se as principais iniciativas já desenvolvidas no âmbito da mobilidade elétrica em Portugal.

Na segunda parte apresenta-se a revisão da literatura e a compilação das principais teorias que suportam as diferentes abordagens realizadas no âmbito da presente investigação. Neste sentido, procura-se dar a conhecer os principais determinantes na procura de combustíveis e a influência da indústria automóvel no desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, as vantagens e desvantagens dos VE e os fatores críticos de sucesso dos mesmos, a integração de redes elétricas inteligentes e a temática das energias renováveis e a importância do desenvolvimento de modelos de previsão na determinação de tendências de mercado que suportam a formulação de estratégias sustentáveis a médio e longo prazo.

Da última parte desta dissertação constam os capítulos da Metodologia, Resultados e Discussão. Começa-se por apresentar a metodologia adotada para atingir os objetivos propostos, passando pela explicitação das ações desenvolvidas, das opções tomadas e pressupostos assumidos em cada estágio da análise. São, igualmente, apresentados os principais dados utilizados e as respetivas fontes. O capítulo seguinte descreve os resultados obtidos de acordo com a metodologia seguida e enunciam-se,

desde logo, algumas das conclusões que emergem do modelo desenvolvido. Por fim, no âmbito da Discussão são analisadas as principais limitações à análise anterior, sendo desenvolvida uma análise crítica da influência dos pressupostos assumidos ao longo da investigação nos resultados obtidos. Neste âmbito, são levantadas algumas questões que poderão servir de base a futuras dissertações.

Para encerrar este documento é feito um breve resumo, sob a forma de Conclusão, dos principais resultados obtidos e no qual se reflete o cumprimento dos objetivos a que nos propusemos inicialmente. São apresentadas ainda algumas recomendações a ter em consideração à luz das conclusões obtidas com esta dissertação.

2. ENQUADRAMENTO

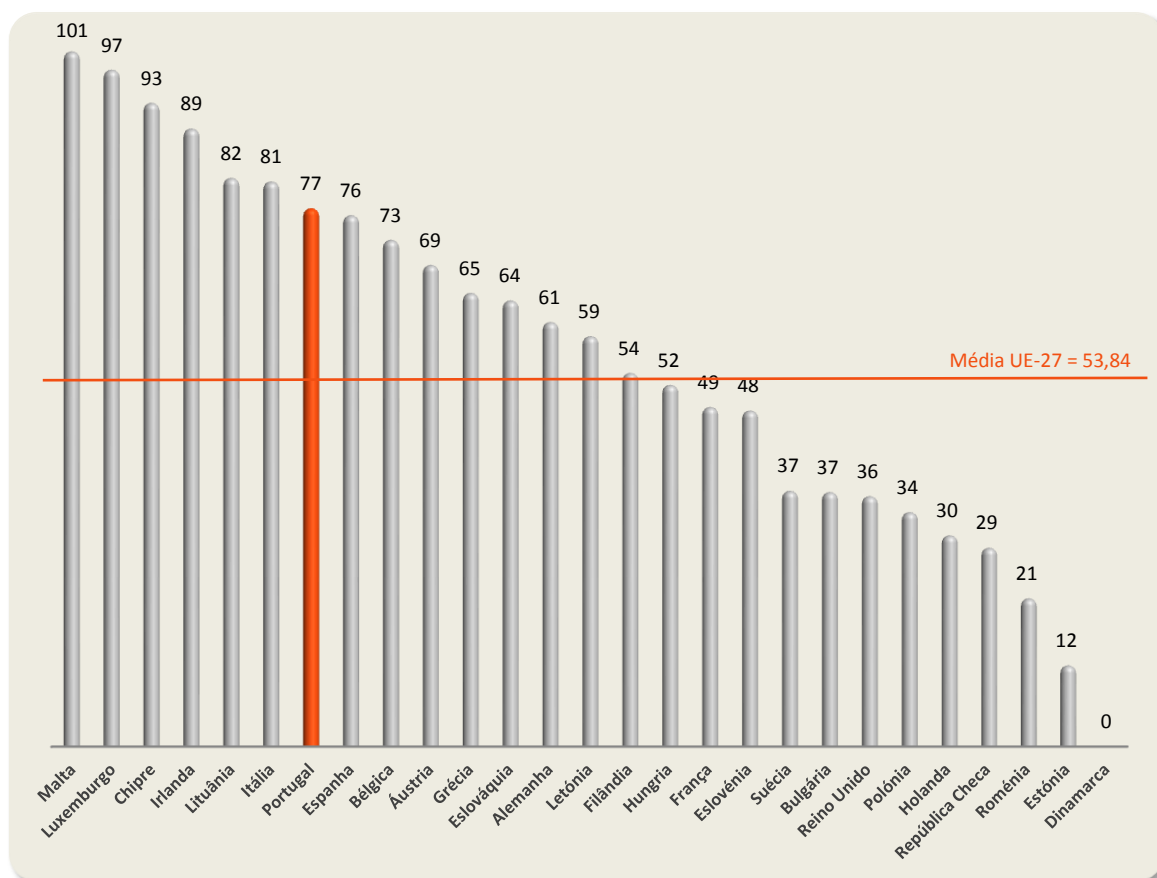
2.1 O paradigma energético e o setor dos transportes

No decorrer dos últimos anos, o mundo na sua globalidade tem revelado uma preocupação crescente com todas as problemáticas associadas ao ambiente, alterações climáticas e consumo energético. Efetivamente, a sociedade moderna tem vindo a enfrentar um novo paradigma energético que se consubstancia no eminente esgotamento das fontes de energia primárias, na instabilidade decorrente da dependência energética para as diferentes economias e no agudizar dos problemas ambientais resultantes do aumento do nível de emissões de gases poluentes (APA, 2012).

A União Europeia (UE) é desde logo um espelho deste novo paradigma. A dependência em relação a fontes de energia primária tem originado discussões políticas relativamente ao fornecimento dos 27 países europeus. No geral, verifica-se uma tendência de queda da produção de energia primária à medida que as matérias-primas existentes em solo europeu vão sendo extintas ou a sua exploração deixa de ser economicamente viável por parte dos produtores (Eurostat, 2012).

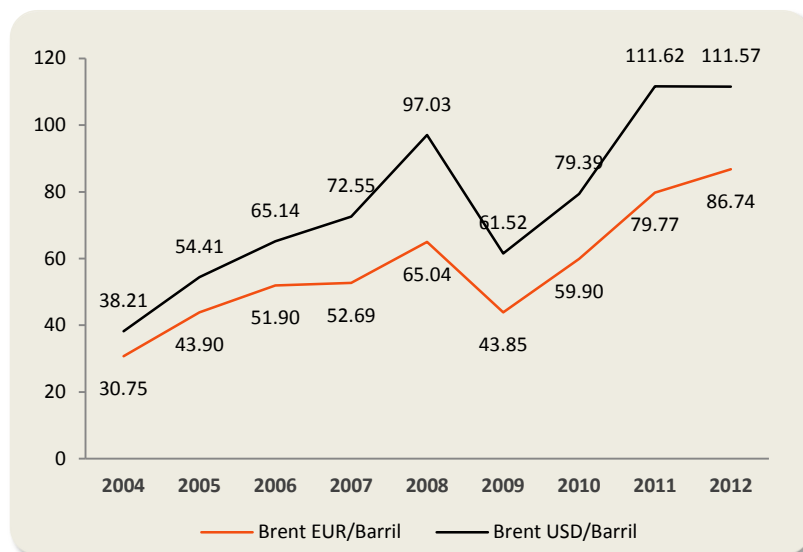
De facto, atualmente, as importações de energia são superiores à produção existente, tendo a dependência energética aumentado significativamente nos últimos anos. O consumo de cada país depende, em grande parte, da estrutura do seu próprio sistema energético, mas também da disponibilidade de recursos naturais para a produção de energia primária. No ano de 2011, Portugal foi o sétimo país com maior dependência energética, encontrando-se claramente acima da média verificada nos 27 países que constituem a UE. Apenas a Dinamarca se revelou o único país europeu auto-suficiente e até exportador de energia (Eurostat, 2012).

Gráfico 1 – Dependência energética da UE-27 em 2011 (%)



Fonte: Eurostat, 2012

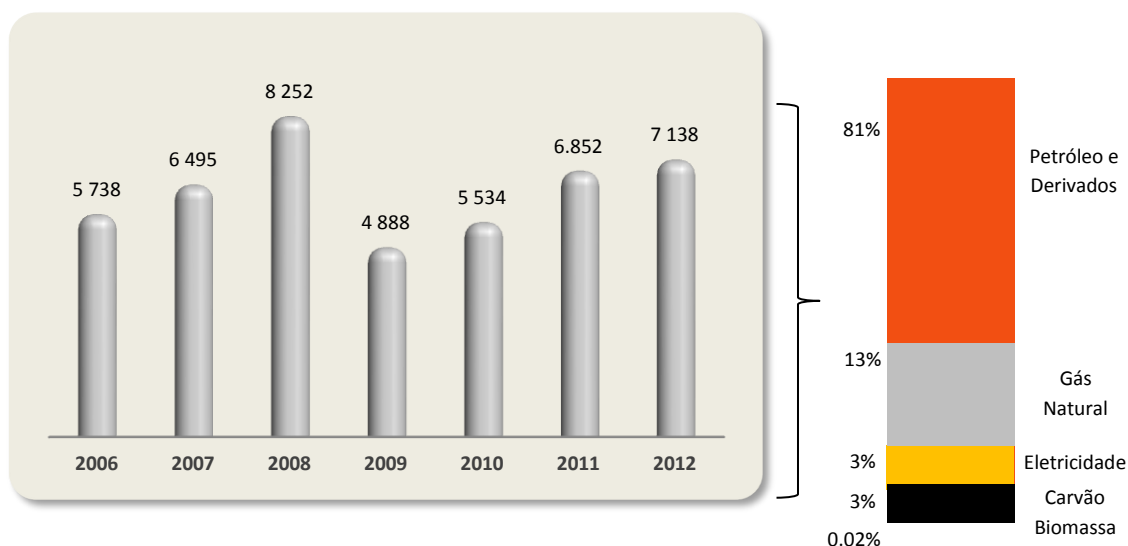
O problema do esgotamento dos recursos energéticos de origem primária associado a um aumento da procura global, com particular destaque por parte dos países emergentes como a China, tem vindo a traduzir-se numa escalada do preço do barril do petróleo. Nos últimos anos, as cotações médias do barril de *brent* têm apresentado uma tendência de crescimento e, em particular, no ano de 2012, a cotação média do *brent* registou um aumento de cerca de 8,7% face à cotação média verificada em 2011 (DGEG, 2013).

Gráfico 2 – Evolução das cotações médias anuais do *brent* (€ e USD)

Fonte: DGEG, 2013

O agravamento significativo verificado no preço da energia e, simultaneamente, o elevado nível de dependência energética origina consequências desastrosas para a economia nacional refletindo-se na fatura energética portuguesa, ou seja, no saldo importador de produtos energéticos. Em 2012, este saldo aumentou cerca de 4,2% face ao período homólogo, resultado do aumento do volume de importações, em particular, no que concerne ao petróleo bruto e derivados e ao gás natural (DGEG, 2013).

Gráfico 3 – Evolução do saldo importador de energia em Portugal ('000 milhões €)

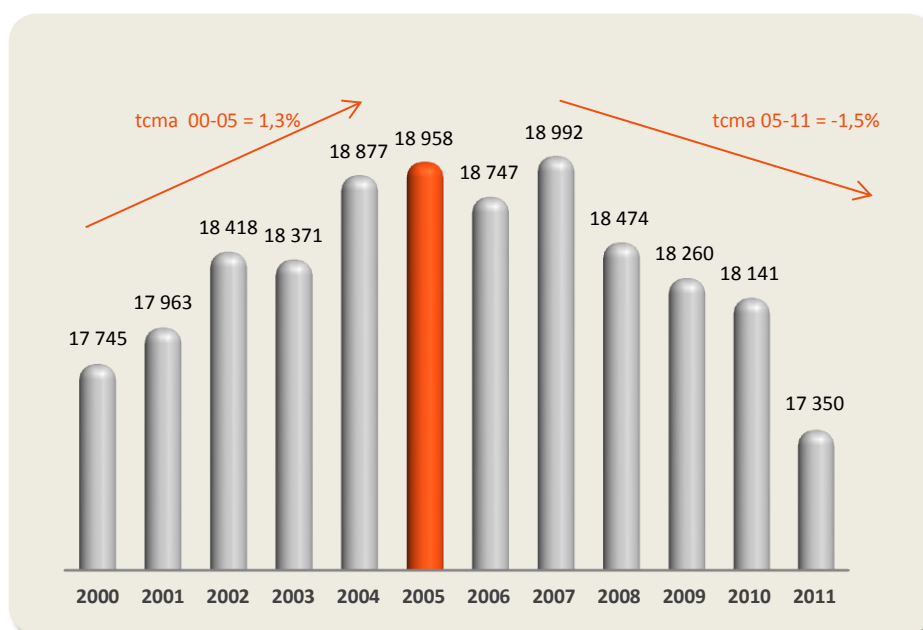


Fonte: DGEG, 2013

De acordo com os dados da DGEG, Portugal é um país com poucos recursos energéticos endógenos, em particular, petróleo e derivados, representando estes mais de

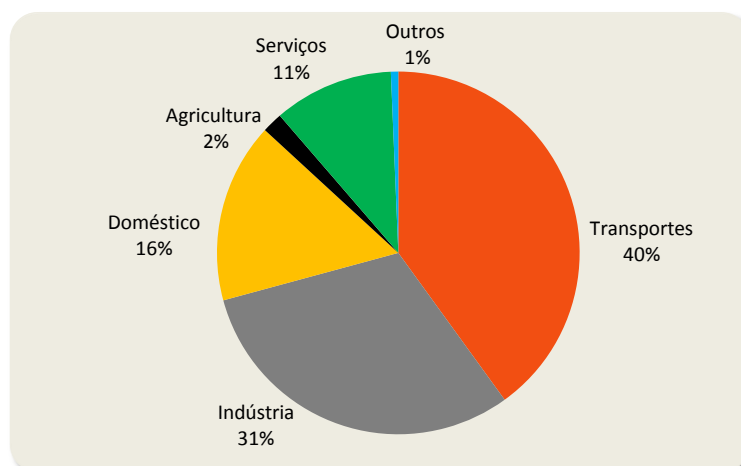
80% da fatura energética. No entanto, apesar de depender fortemente do fornecimento externo, Portugal tem vindo a registar uma melhoria significativa no consumo energético, apresentando ao longo da última década uma tcma de -0,2%. Da análise gráfica destacam-se dois períodos distintos, sendo que o ano de 2005 marca o início da tendência de decréscimo do consumo de energia a nível nacional. A contribuir para esta tendência esteve o facto do consumo de combustíveis fósseis ter decrescido desde 2005, induzido por uma forte expansão da produção de energia a partir de fontes renováveis. Adicionalmente, nos últimos anos, a queda do PIB veio também justificar a tendência apresentada, dado que o abrandamento da economia e a recessão verificada alteraram significativamente os padrões nacionais de consumo de energia e as expectativas de evolução.

Gráfico 4 – Consumo de energia em Portugal, ('000 toneladas)



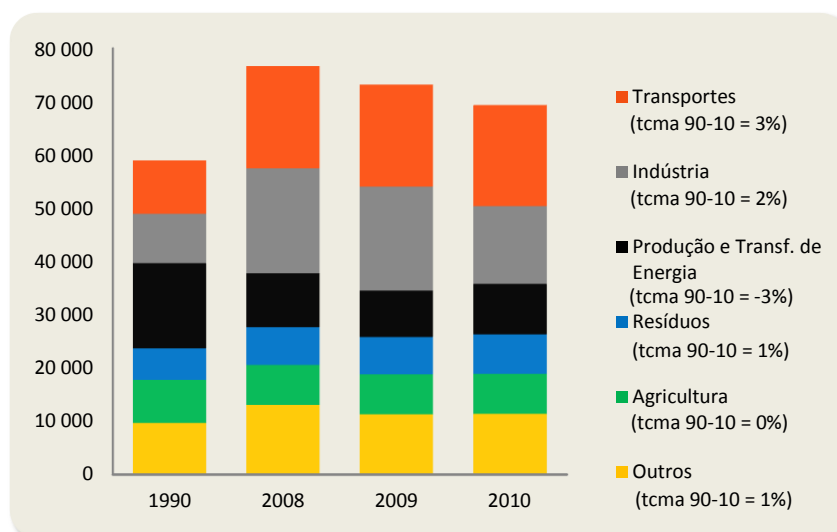
Fonte: Eurostat, 2012

Em Portugal, tal como na maioria dos países da Europa, o setor dos transportes é aquele que apresenta o maior consumo energético: da energia importada pelo país, 40% da mesma é utilizada para este setor.

Gráfico 5 – Consumo energético por setor em Portugal 2011

Fonte: Eurostat, 2012

O consumo de combustíveis fósseis é problemático não só por questões económicas e de segurança, como também por ser uma das principais causas do aumento do nível de emissões de dióxido de carbono (CO₂). Efetivamente, a tendência verificada nos indicadores relativos ao consumo energético reflete-se, igualmente, no agravamento da concentração de gases efeito estufa na atmosfera.

Gráfico 6 – Principais emissões de GEE por setor de atividade (kt de CO₂e)

Fonte: APA, 2012

Os transportes são assim um setor com elevado peso em matéria energética e ambiental, apresentando mais de um terço do consumo de energia em Portugal. Assim sendo, o principal desafio energético para o setor dos transportes passa, por um lado,

pela necessidade de reduzir a dependência energética do petróleo e diversificar as fontes de energia primárias e, por outro lado, reduzir o nível de emissões de gases poluentes.

2.2 A política energética europeia e nacional

A UE depara-se hoje em dia com importantes questões energéticas que conduzem a que estas temáticas sejam centrais nas principais agendas políticas. Em 2009, a introdução do pacote 20-20-20 constituiu um dos elementos chave da estratégia de combate às alterações climáticas, pressionando os diversos países para o alcance de metas estritas e ambiciosas para 2020 (Comissão Europeia, 2011):

- 20% de redução das emissões de GEE relativamente aos níveis de 1990;
- 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto;
- 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projeção do consumo para 2020, mediante um aumento da eficiência energética.

A utilização de energias renováveis é um instrumento estratégico da política energética permitindo, assim, a redução da dependência externa, dos níveis de emissões de gases poluentes e a dissociação dos custos da energia das flutuações dos preços do petróleo.

Para cumprimento das metas estabelecidas no pacote 20-20-20, são desenvolvidas políticas nacionais específicas relativamente à quota de consumo proveniente de energias renováveis bem como planos que estabelecem os consumos específicos por setor. No caso particular do setor dos transportes, responsáveis por cerca de 1/5 do total de emissões de CO₂ na Europa, são estabelecidos novos patamares relativamente às emissões de CO₂ por forma a ajudar a UE a atingir as suas metas de redução de GEE, em particular, uma redução para 130 gramas de CO₂/quilómetro (km) em 2015 e para 95 gramas CO₂/km em 2020. Para o alcance destes objetivos, foi recentemente aprovado no Parlamento Europeu uma proposta que introduz um sistema de incentivos para os fabricantes de automóveis que produzam carros com menos emissões: se as empresas não atingirem os objetivos terão que pagar cada grama por quilómetro que seja emitida para além do limite, pelo contrário, se os construtores de

automóveis produzirem carros que emitam menos CO₂ do que o obrigatório poderão acumular créditos que podem ser usados para compensar outros anos em que fiquem aquém dos objetivos (Parlamento Europeu, 2013).

Em Portugal, pretende-se dar continuidade aos objetivos estabelecidos por parte da UE de forma a garantir um modelo energético baseado na racionalidade económica e na sustentabilidade, que não comprometa a competitividade do país e assegure a melhoria substancial da eficiência energética. Os documentos estratégicos Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética - PNAEE 2016 (Conselho de Ministros, 2013) e Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis - PNAER 2020 (Conselho de Ministros, 2013) estabelecem o modo de alcançar as metas e compromissos internacionais assumidos por Portugal em matéria de eficiência energética e de utilização de energia proveniente de fontes renováveis. Em articulação, visam uma ação concertada para o cumprimento dos objetivos nacionais e europeus minimizando o investimento necessário e aumentando a competitividade do país. Assim, e de acordo com as metas fixadas, estabelecem para 2020, um objetivo geral de redução do consumo de energia primária de 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%.

O principal objetivo do PNAEE 2016 passa por projetar novas ações e metas que integrem as preocupações relativas à redução do consumo de energia primária com base em 3 vetores de atuação:

- 1) Promoção de ações integradas no programa nacional de eficiência energética, adequando as medidas ao atual contexto económico-financeiro e reduzindo custos associados;
- 2) Revisão de métodos de monitorização de resultados e criação de uma visão macro do impacto do programa nacional de eficiência energética;
- 3) Redefinição do modelo de governação do PNAEE.

Até 2016, o PNAEE prevê uma redução do consumo energético de aproximadamente 8,2% relativamente à média do consumo verificada no período decorrente entre 2001 e 2005. Com este objetivo cumprido, Portugal aproximar-se-á da meta indicativa definida pela UE de 9% de poupança de energia até 2016. Para o alcance destes objetivos, o PNAEE prevê a implementação de novas medidas regulatórias,

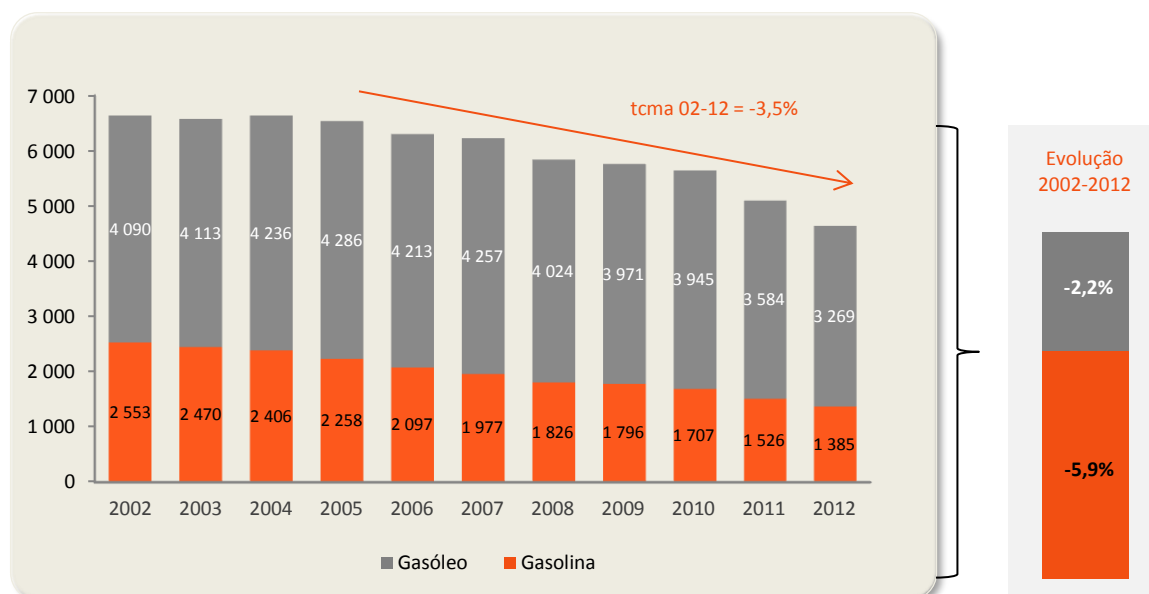
mecanismos de diferenciação fiscal e apoios financeiros provenientes de fundos para programas de eficiência energética.

Os eixos de atuação do PNAER 2020 têm como principal objetivo o cumprimento da meta de 10% da energia utilizada nos transportes provir de fontes renováveis. Neste sentido, uma das principais medidas contempladas neste plano de ação passa pela continuação do esforço de promoção das medidas no setor dos transportes e mobilidade, nomeadamente as associadas à promoção de VE e ao aumento de incorporação de biocombustíveis de primeira geração ou gerações superiores. No caso particular do veículo elétrico, pretende-se uma racionalização da infraestrutura de carregamento às necessidades atuais, nomeadamente em zonas de elevada procura, potenciando um aumento da utilização do mesmo. No entanto, apesar do potencial do veículo elétrico não ser negligenciável, o documento apresenta estimativas conservadoras no que se refere ao impacto do mesmo, apontando para uma contribuição de apenas 1,2% no total de 10% definido como meta a atingir em 2020.

Apesar do contexto macroeconómico nacional que se vive nos dias de hoje, vão-se sucedendo desafios que obrigam à racionalização de recursos e à necessidade de concretizar as grandes linhas de atuação nas áreas da eficiência energética e das energias renováveis. Os objetivos dos principais decisores políticos nacionais visam a redução da dependência energética através da diversificação de fontes primárias de energia e do aumento da eficiência energética do país. Em resumo, pretende-se aumentar a eficiência energética de forma a diminuir o consumo de energia e, simultaneamente, aumentar, com racionalidade económica, a contribuição das energias renováveis endógenas para que, globalmente, se reduza a dependência energética de Portugal.

2.3 Mercado dos combustíveis em Portugal

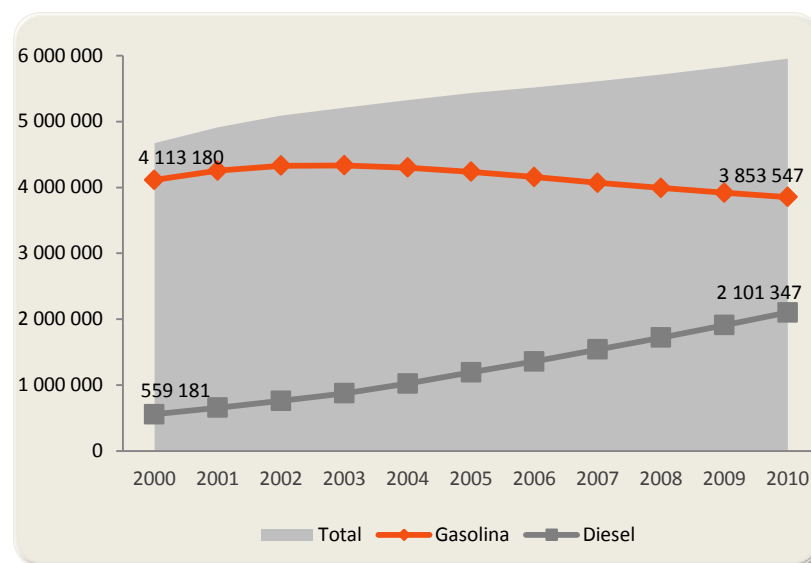
Em volume, o mercado português de combustíveis tem vindo a registar sucessivas quebras ao longo dos últimos anos resultado do enquadramento económico desfavorável, da conseqüente quebra do poder de compra e dos compromissos ambientais assumidos pelos construtores automóveis que conduziram ao desenvolvimento de motores a combustão mais eficientes (Baptista et al., 2012).

Gráfico 7 – Evolução das vendas de combustíveis em Portugal ('000 m³)

Fonte: DGEG, 2013

Esta tendência de queda de volumes de vendas neste mercado observou-se superior, em particular, na gasolina comparativamente ao gasóleo confirmando, assim, o efeito de dieselização presente na última década na Europa, em grande parte favorecido pelo inferior preço do gasóleo comparativamente com o do gasolina. Num estudo relativamente recente elaborado pelo Instituto Superior Técnico (IST), conclui-se que o parque automóvel se adaptou a esta realidade: as estimativas demonstram que nos últimos anos em Portugal, também o número de veículos a gasóleo aumentou 14,2%, enquanto o nº de veículos a gasolina decresceu 0,6%.

Gráfico 8 – Evolução do parque automóvel em Portugal (unidades)



Fonte: IST, Maio 2010

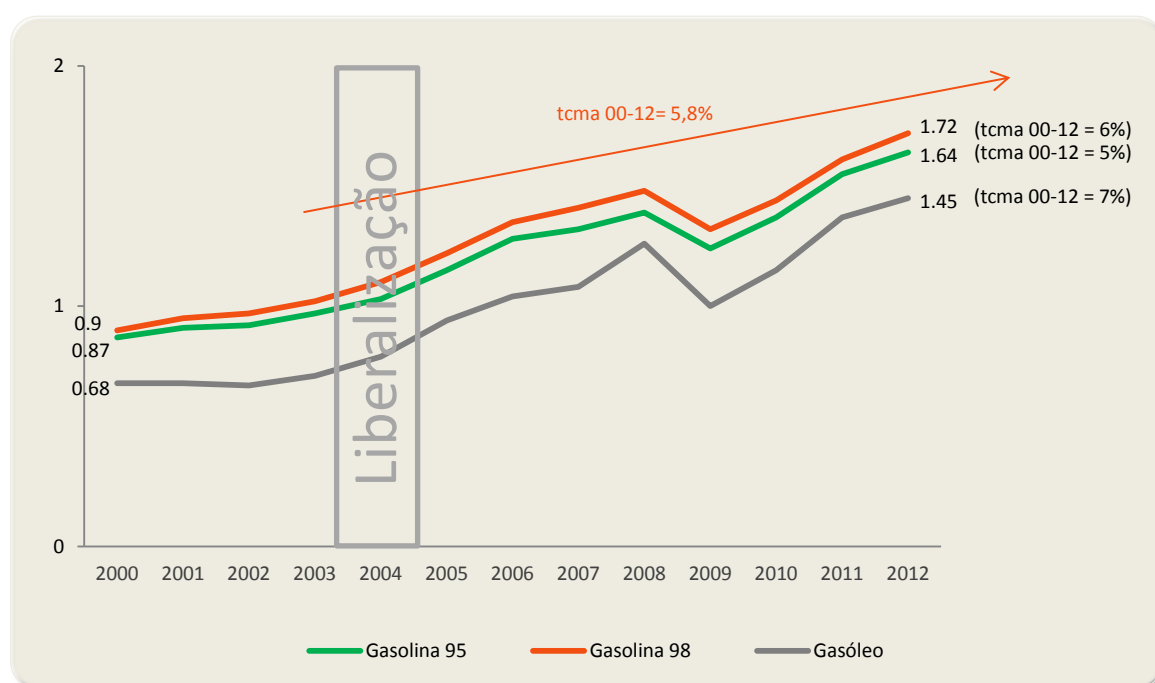
A tendência de dieselização verificada no mercado português aumenta o desequilíbrio estrutural existente entre a gasolina e o gasóleo, agravando o défice na balança de importações ao nível do gasóleo. No entanto, e pelo contrário, favorece excedente na produção de gasolina com conseqüente destino para exportação. De referir, igualmente, que com vista a otimizar a capacidade do aparelho refinador em Portugal e colmatar o desequilíbrio existente entre a produção de gasóleo e gasolina, no final do ano de 2012, concluiu-se em Portugal um projeto de reconversão das refinarias de Matosinhos e Sines, de forma a ajustar o perfil produtivo às necessidades do mercado atenuando, assim, as conseqüências económicas ao nível das importações e trazendo maior valor acrescentado à produção nacional.

Os últimos anos têm sido marcados por uma fase de transição no mercado de combustíveis em Portugal com o agravamento do preço e a entrada de novos *players* no mercado, os denominados *low cost*. A entrada de concorrentes não tradicionais originou uma maior agressividade competitiva no mercado e, conseqüentemente, um declínio da rentabilidade do negócio em geral. Em simultâneo, com o orçamento de estado para o ano de 2013 veio a eminente legislação para a dinamização de redes de combustíveis *low cost* e o incentivo do governo para que as grandes gasoleiras detenham 20% da sua

oferta direcionada para este tipo de combustíveis, facto que acabará por conduzir a um mercado ainda mais competitivo a nível comercial e com margens de venda reduzidas.

Por outro lado, o preço dos combustíveis em Portugal sofreu ao longo da última década alguns ajustes com a liberalização do mercado, o aumento de Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA) e Imposto sobre Produtos Petrolíferos (ISP), entre outros. Em simultâneo, a instabilidade dos mercados internacionais agrava as cotações internacionais do barril de crude e, conseqüentemente, dos produtos derivados como a gasolina ou o gasóleo, originando uma escalada de preços determinante para a retração verificada no consumo.

Gráfico 9 – Evolução do preço médio dos combustíveis em Portugal (€)



Fonte: Pordata, 2013

Efetivamente, em Portugal, o contexto económico tem vindo a conduzir a uma alteração do comportamento de compra dos consumidores no qual a redução do consumo de combustíveis é evidente e o fator preço tem ganho uma importância determinante. Os consumidores têm reaprendido a ajustar os seus comportamentos focando-se no essencial para a satisfação das necessidades básicas e, assim os gastos com combustíveis têm assumido uma preponderância maior entre as principais preocupações dos consumidores portugueses.

2.4 O papel dos veículos elétricos e a mobilidade elétrica em Portugal

Como já referido anteriormente, o atual panorama energético caracteriza-se pelas problemáticas do aquecimento global, provocado pelo efeito estufa excessivo resultado do agravamento de nível de emissões de CO₂, e pelo eminente esgotamento de recursos energéticos de origem primária. Para combater as alterações climáticas é necessário, não somente reduzir as emissões de carbono, mas também retirar as atuais concentrações de carbono que já se encontram na atmosfera. Efetivamente, o atual modelo de combustíveis fósseis não facilita este ajustamento. Por outro lado, constata-se a possibilidade de esgotamento do petróleo e inviabilidade económica da sua extração, no entanto, o consumo deste recurso energético está a crescer mais rápido que a sua produção e, apesar da atual crise económica, se as economias continuarem no atual ritmo de crescimento, os preços continuarão a aumentar. Num contexto económico como o de Portugal, face ao elevado peso dos produtos petrolíferos no setor dos transportes e à dificuldade de diversificação das fontes de energia neste setor, os VE apresentam-se como uma das soluções de promoção do transporte eficiente.

Entende-se por VE as viaturas rodoviárias que utilizam total ou parcialmente a propulsão elétrica como fonte de energia. Atualmente, no mercado, são diversas as tipologias de VE existentes, dos quais destacamos:

- **Veículos híbridos:** são veículos que se caracterizam pela utilização simultânea de um motor a combustão interna e um motor elétrico. Nestes casos, a bateria é carregada através do motor de combustão interna e da travagem regenerativa;
- **Veículos híbridos *plug-in*:** são veículos que combinam no mesmo equipamento uma bateria que pode armazenar a energia elétrica e restitui-la ao motor elétrico e um reservatório de combustível que alimenta um motor térmico que pode acionar diretamente as rodas ou fornecer energia mecânica a um gerador elétrico. Distinguem-se dos anteriores dado que possibilitam uma determinada autonomia em modo totalmente elétrico (a velocidades baixas). A bateria pode ser carregada através do motor de combustão interna e da travagem regenerativa e pode também ser ligada a corrente elétrica;

- **Veículos elétricos puros:** são veículos que possuem um motor elétrico, cuja bateria é recarregada através da energia elétrica proveniente da rede de distribuição pública existindo um reaproveitamento da energia despendida na travagem.

As principais vantagens associadas aos VE passam, essencialmente, por uma condução mais “limpa” e silenciosa, pela maior eficiência dos motores e pelos custos de operação e manutenção reduzidos. No entanto, as baterias, uma das principais componentes dos VE, apesar dos desenvolvimentos significativos que têm sofrido ao longo dos últimos tempos, continuam a ser uma das suas principais limitações ao nível de preço, peso e dimensão, autonomia, tempo de carregamento e desgaste associado.

O carregamento dos VE pode ser feito segundo dois modelos: o normal e o rápido. O carregamento normal exige um investimento reduzido e detém uma tecnologia simples e de fácil instalação, no entanto, necessita de cerca de 8 horas para o carregamento de uma bateria. Por outro lado, o carregamento rápido permite que a carga de 80% da bateria fique completa em aproximadamente 20 minutos, no entanto, a complexidade associada à tecnologia do equipamento de carga exige um nível de investimento avultado.

Apesar dos principais constrangimentos associados aos VE, o governo português assumiu nos últimos anos um envolvimento com o conceito de mobilidade sustentável a que se associa a dinamização das novas tecnologias de veículos (híbrido, elétrico, “plug-in”, pilha de combustível,...) e fontes de energia (biodiesel, eletricidade, gás natural,...), o desenvolvimento de novas ferramentas de gestão da mobilidade e a promoção da alteração de comportamentos dos indivíduos ao nível da condução e da utilização de novas alternativas de mobilidade como o *car-sharing*. Neste âmbito, foi desenvolvido nos últimos anos um programa que teve como principal objetivo a dinamização do transporte elétrico, em particular nos centros urbanos, com vista à promoção da eficiência energética e à melhoria da qualidade do ar – o programa Mobi.E. A primeira fase de implementação deste programa (fase piloto) passou pelo desenvolvimento de uma rede de carregamento normal em 25 municípios e pela instalação de soluções de carregamento rápido nos principais eixos viários. Apesar de todo o investimento público,

este projeto não se revelou economicamente viável para os operadores que foram surgindo no mercado, pelo que todo o modelo associado ao Mobi.E encontra-se em fase de reformulação, procurando a sustentabilidade dos investimentos já realizados, de acordo com uma estratégia mais abrangente, inclusiva e assente na evolução da procura e das necessidades dos cidadãos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O atual contexto económico português e a necessidade de reduzir os riscos associados à tomada de decisão conduzem ao desenvolvimento de modelos de previsão que suportam as incertezas inerentes à garantia de cumprimento de metas estabelecidas. Esta é uma premissa válida para os principais órgãos de decisão que, nos dias que correm se regem com base em metas e objetivos estabelecidos por entidades externas ao país, bem como para as empresas, que procuram a racionalização dos custos e a aposta em investimentos que gerem retorno financeiro.

Atendendo aos principais constrangimento energéticos mundiais, que constituem uma preocupação sob o ponto de vista político, económico e ambiental, compreender os determinantes da procura de combustíveis e avaliar o impacto de diferentes variáveis na mesma torna-se fundamental para que se desenvolvam estratégias e se orientem políticas no sentido dos objetivos propostos.

Segundo Brons et al. (2006), como resultado de razões políticas e ambientais, os diferentes estudos desenvolvidos sobre a temática da procura de combustíveis sempre se restringiram à influência do fator preço. Estes autores desenvolvem um estudo meta analítico que avalia a elasticidade preço-procura de combustíveis. Concluem que o impacto de uma alteração de preço dos combustíveis na procura não é significativo e que esta é influenciada, de forma indireta, pela melhoria da eficiência dos veículos automóveis, pela redução da utilização do veículo (número de km percorridos) e pela utilização de meios de transporte alternativos em detrimento do automóvel pessoal. Richardson, D. (2013) defende também que se a procura de combustíveis é inelástica face ao preço, o aumento do mesmo não será efetivo na redução do consumo de combustíveis.

Neste sentido, considera-se que a indústria automóvel é determinante na produção de tecnologias mais eficientes ao nível dos transportes, que influenciam diretamente a procura de combustíveis. Um estudo recente levado a cabo por Ward et al. (2012) confirma que o progresso tecnológico é crucial para o aumento da eficiência nas novas tecnologias de veículos. O estudo em questão desenvolve um modelo no qual avalia os diversos custos associados às componentes do automóvel (potência, peso,

consumo energético,...) para as diferentes tipologias: elétrico, híbrido e convencional. A estimativa de custos e valores associados à eficiência no consumo de combustível permitiram calcular a penetração de cada tipologia de veículos no mercado. Os autores concluíram que os desenvolvimentos associados à tecnologia automóvel permitem um decréscimo significativo ao nível dos custos associados aos veículos bem como dos consumos de combustível e, por outro lado, poderão acelerar a penetração destas novas tipologias de viaturas no mercado, assim se traduzam numa redução do preço inicial bem como no aumento da autonomia.

No contexto do mercado português, são poucos os estudos desta natureza na literatura. Camus et al. (2011) defendem que a entrada de VE em Portugal conduz a uma redução do consumo de energia, da utilização de combustíveis fósseis bem como das emissões de CO₂, quer ao nível da produção de eletricidade, assim esta tenha origem em fontes renováveis, quer ao nível geral do setor dos transportes do país.

As expectativas de crescimento do número de VE estão dependentes das preferências dos consumidores. Neste âmbito, Egbue et al. (2012) defendem que os consumidores têm tendência a resistir às tecnologias que ainda não foram provadas dada ausência de know-how, o elevado custo inicial das mesmas e à baixa tolerância ao risco que estão dispostos a assumir. Acrescentam também que, em termos financeiros, os consumidores visam a maximização da utilidade de um determinado produto em função das suas preferências, orçamento e conhecimento de alternativas.

Já no ano de 2001, num estudo desenvolvido por Gärling et al. foram identificados os grupos mais aptos a adotarem o VE, de forma a desenvolver ações de divulgação direcionadas para esses mesmos grupos. Este estudo refere que a divulgação e difusão dos VE encontra diversos obstáculos, dado que os benefícios sociais do VE implicam um custo elevado para o proprietário. Ou seja, ao optar por um VE, este seleciona uma alternativa mais limitada em termos de preço, autonomia, presença no mercado, velocidade máxima, entre outros. Por outro lado, a ausência de disponibilidade de uma rede de infra-estruturas de abastecimento constitui uma limitação determinante na massificação da tecnologia dos VE. Os autores defendem que é necessária uma estratégia de marketing baseada, em primeiro lugar, na discussão das atuais

características dos VE (vantagens e desvantagens) e, posteriormente, nos atributos valorizados pelos nichos de mercado, considerado o segmento disposto a pagar um preço mais elevado para obter características superiores (Steinhilber et al., 2013). Neste sentido, consideram que obter o cruzamento entre as necessidades dos clientes e as características dos produtos é determinante para a proliferação de um produto no mercado, contribuindo para o aumento das vendas e garantindo o sucesso do chamado *worth of mouth* (passa-a-palavra).

É um fato que, presentemente, o preço dos VE se encontra inflacionado pelo caráter inovador e ainda desconhecido associado à tecnologia das baterias e ao seu respetivo custo. No entanto, e dependendo da atuação no mercado da indústria automóvel, prevê-se que os avanços tecnológicos e o aumento do número de unidades produzidas, que conduzem a ganhos de economias de escala, originem um decréscimo significativo deste custo ao longo dos anos (Hidrue et al., 2011).

Em simultâneo, a literatura apresenta argumentos semelhantes considerados como obstáculos à adoção dos VE por parte dos clientes. Egbue et al. (2012) defendem que a autonomia limitada desta tipologia de viaturas, o elevado custo de aquisição e disponibilidade de uma rede de infraestruturas de carregamento são os principais constrangimentos. Também Camus et al. (2011) afirmam que a disponibilidade de infraestruturas de carregamento, em paralelo com o custo de aquisição e a autonomia são determinantes para a opção dos consumidores por um VE. Neste estudo, que analisa o mercado em Portugal, é também salientado o fato destas tipologias de veículos exigirem um espaço privado para o carregamento de viaturas, contrastando com a realidade do país, na qual cerca de 40% da população não possui um lugar de garagem para carregar. No artigo de Hidrue et al. (2011) é ainda referido que o tempo de duração do carregamento destas tipologias de viaturas pode também ser considerado uma contrariedade que influencia a sua penetração no mercado. Gärling et al. (2001) acrescentam que os VE não vêm resolver problemas fundamentais para as autarquias locais como o congestionamento de tráfego urbano ou os acidentes de trânsito.

Apesar dos constrangimentos dos VE, alguns estudos comprovam que se compararmos este tipo de viaturas com os VCI, verificamos que, em termos de custo por

km, este é inferior em cerca de 75% face aos últimos. No entanto, ao preço atual dos VE, o seu custo inicial seria pago apenas depois de percorridos os primeiros 200.000km (Camus et al., 2011). Também Dijk et al. (2012) defendem que, ao preço corrente da eletricidade, o custo por km é inferior nos VE face aos VCI, assim como os primeiros apresentam custos de manutenção inferiores aos segundos.

Por outro lado, um dos principais argumentos que defendem os VE é a sua propensão para a redução do nível de emissões de CO₂ e outros gases poluentes. Neste âmbito, Camus et al. (2011) atestam que, apesar das campanhas ligadas ao ambiente e a sustentabilidade, os consumidores em Portugal não estão dispostos a pagar para serem “verdes”. Neste sentido, também Hidreu et al. (2011) afirmam que o consumidor, em geral, confere maior importância à poupança de combustível associado às novas tipologias de veículos do que às questões ambientais inerentes às mesmas. Neste sentido, no estudo de Gärling et al. (2001) são identificados três segmentos como mercado alvo dos VE: em primeiro lugar as empresas do setor público, dado que constituem um operador com largas frotas e que, com orçamentos reduzidos, estarão dispostos a incorporar VE menos dispendiosos; por outro lado, empresas do setor privado, empenhadas em campanhas de responsabilidade social e ambiental e que ambicionam o rótulo de “empresas verdes” e, por fim as famílias com mais do que um carro dado que, nestes casos, as desvantagens do VE são menos limitadoras se o agregado familiar tiver à sua disposição um veículo alternativo a combustão interna.

Por fim, outro fundamento associado ao VE passa pelo conceito de *Vehicle-to-Grid* (V2G) que consiste na utilização dos VE estacionados como forma racionalização da energia proveniente da rede, permitindo a esta responder às solicitações em termos de sazonalidade de consumos. Ou seja, os VE são utilizados como um meio de armazenamento da energia excedentária produzida na rede, viabilizando trocas entre ambas as partes, de forma a satisfazer picos de consumo energético a custos competitivos e podendo conferir ao utilizador dos VE uma vantagem económica, já que durante o dia poderiam “vender” a energia acumulada em excesso, e não utilizada, ao operador da rede (Richardson, 2013). Conforme refere Turton et al. (2008), os V2G tem potencial para transformar o setor dos transportes acelerando a adoção de novas

tecnologias e promovendo alternativas de mobilidade, reduzindo ineficiências em termos de capacidade instalada e suportando o acesso a recursos energéticos com origem em fontes renováveis. Acrescentam, no entanto, o papel crítico que terá o futuro em termos do desenvolvimento de novas tecnologias e respetivos custos e da regulamentação associada a estas novas redes energéticas.

Richardson, D. (2013) refere que, de facto, a possibilidade de integração de energias renováveis e VE é, provavelmente, a maior transformação com elevado impacto no sistema elétrico. A parcela de energias renováveis que os VE poderão armazenar ou o impacto na performance do sistema resultante da integração dos VE, permitirá aumentar o nível de incorporação de energias renováveis que, de outra forma, se perderiam.

Assim, e de acordo com Dijuk et al. (2012), consideram-se como principais fatores críticos de sucesso para os VE no mercado:

- Desenvolvimento adequado de infraestruturas;
- Mudança de mentalidades quanto á forma de encarar uma nova forma de mobilidade;
- Aposta da indústria automóvel no desenvolvimento da tecnologia de baterias;
- Agravamento dos custos da energia, em particular do petróleo;
- Consolidação das alterações eminentes no setor da eletricidade e desenvolvimento de redes elétricas inteligentes (V2G);
- Dinamização das políticas ambientais e sistemas de incentivos governamentais.

No entanto, os autores são perentórios ao afirmar que o investimento inicial exigido para conseguir que esta nova forma de mobilidade seja considerada uma opção viável, a preferência dos consumidores por VCI e a incerteza quanto ao futuro relativamente aos novos padrões de mobilidade vão condicionar o rápido crescimento das vendas destes veículos no mercado.

Em paralelo, Steinhilber et al. (2013) enumeram outros fatores considerados como determinantes para o sucesso dos VE em qualquer mercado: a regulamentação política e governamental (planeamento urbano, regulação de tráfego, tarifas do setor elétrico, entre outros), o investimento no desenvolvimento de infra-estruturas, incentivos para Investigação & Desenvolvimento, desenvolvimento tecnológico, atratividade do

modelo de negócio e, finalmente, os incentivos ao consumidor. Os autores consideram que a introdução e penetração dos VE deparam-se com algumas barreiras que poderão inibir a sua proliferação nos mercados e que o seu potencial apenas será percebido se não for encarado como um real substituto dos VCI, mas sim como um complemento à sua utilização.

Um artigo recentemente publicado por Baha et al. (2013) refere que os diferentes agentes tentam perceber e avaliar as novas tipologias de veículos no mercado segundo diferentes perspetivas. Por um lado, a sociedade em geral procura compreender de forma objetiva quais os benefícios associados a estas tipologias de viaturas. Os construtores automóveis tentam avaliar o potencial destas tecnologias, de forma a conseguirem desenvolver produtos que garantam o sucesso nas vendas bem como melhorar os indicadores associados à economia de combustível e ao nível de emissões de gases poluentes. A indústria petrolífera desenvolve modelos de previsão de procura na tentativa de garantir as infraestruturas adequadas decorrentes dos novos cenários perspetivados para o setor dos transportes. Finalmente, os decisores políticos procuram ajustar e perceber o impacto presente e futuro destas inovações na fatura energética.

De acordo com Richardson, D. (2013), a forma mais efetiva para estimar os impactos da entrada de VE no mercado, quer a nível económico como ambiental, passa pelo desenvolvimento de modelos de previsão. No entanto, no artigo de Baha et al. (2013), os autores salientam as dificuldades associadas aos modelos de previsão que derivam da entrada de novas tecnologias automóveis no mercado e, em particular, aqueles que pretendemos estudar na presente tese. Em primeiro lugar, referem que estas novas tipologias de automóveis apenas foram introduzidas no mercado nos últimos anos, pelo que exigem uma alteração de comportamento por parte dos consumidores que estão já formatados. Por outro lado, o consumo de combustíveis num VCI é medido em litros por 100 km enquanto num VE os custos associados, embora também pressuponham a alteração de comportamentos de condução, passam por uma interpretação de uma fatura energética. Por fim, a evolução deste novo mercado pressupõe o envolvimento da indústria automóvel e dos decisores políticos que, através do investimento e de políticas de incentivo governamental têm repercussões no mesmo. Estas são variáveis dificilmente

quantificáveis num modelo de previsão. De forma a colmatar estas limitações os autores salientam, entre outras recomendações, a importância das análises de sensibilidade para suporte de resultados obtidos no modelo, parâmetros que o compõem e pressupostos assumidos.

O modelo de previsão que iremos desenvolver no presente documento baseia-se na versão apresentada no artigo de Wang, G. (2011), *CAVE Model*, mas introduz algumas alterações conforme descreveremos no capítulo seguinte.

4. METODOLOGIA

4.1 Descrição geral do processo metodológico

Em termos genéricos, o objetivo principal desta dissertação consiste em estimar o impacto do crescimento do número de VE na procura de combustíveis em Portugal. Paralelamente, procura-se também com a presente investigação avaliar quais os principais riscos e oportunidades que os VE apresentam para o mercado português.

Neste sentido, o processo metodológico iniciou-se com uma análise qualitativa a documentos de política energética, dados estatísticos, nacionais e internacionais, e a estudos científicos já existentes, de forma a obter uma base teórica do atual contexto nacional e a identificação clara dos principais fatores críticos de sucesso dos VE no mercado português. Por outro lado, e tendo em conta o principal objetivo desta dissertação, procedeu-se igualmente a uma pesquisa bibliográfica de estudos científicos particularmente associados a modelos de previsão de procura de combustíveis. A não existência de um outro estudo que se centrasse num modelo de previsão da procura especificamente direcionado para o mercado de combustíveis, conduziu à seleção do modelo CAVE – *Costs for Advanced Vehicles and Energy*, presente no estudo de Wang, G. (2011) “Advanced vehicles: costs, energy use and macroeconomic impacts”, como metodologia principal a ser empregue.

O estudo de Wang, G. foi desenvolvido tendo como finalidade demonstrar o impacto das diferentes alternativas de veículos existentes no mercado americano (*fuel-cell*, *plug-in*, elétricos puros e convencionais) na redução da utilização do petróleo e na alteração da política económica subjacente à eminente transição que o setor dos transportes poderá sofrer nas próximas décadas. A análise teve em conta o atual portfólio de veículos existentes na Califórnia e considerou a sua evolução no horizonte temporal até 2030, aquele que é denominado pelo autor como sendo o período crítico para o desenvolvimento destas novas tipologias de veículos.

Atendendo ao anteriormente descrito, a fórmula base do modelo CAVE que estima a procura de combustíveis apresenta-se como:

$$P(T) = \sum_{i=0}^t \frac{V(2012 + i) \times D[T - (2012 + i)] \times d[T - (2012 + i)]}{S(2012 + i)}$$

Onde,

T significa o ano civil entre 2013 e 2030;

t varia entre T e 2012;

i significa número inteiro para efeitos de cálculo do ano correspondente;

V significa vendas de automóveis do ano;

D significa número de anos de duração do veículo;

d significa distância média percorrida por um veículo no ano (km);

S significa poupança de combustível (lts)

De acordo com as reflexões de Wang, G., na presente dissertação consideramos adaptar os pressupostos deste modelo ao mercado português para estimar a procura de combustíveis, no entanto, entendemos que deveríamos introduzir algumas alterações de forma a contemplar as especificidades que julgamos determinantes para conferir uma maior objetividade ao estudo em causa e que, de seguida, iremos descrever.

A oferta de veículos no mercado é imensa com os construtores automóveis a apresentarem características de mecânica, performance e preços que tentam diferenciar-se da concorrência. Na presente análise, teremos em conta três das principais dimensões do mercado de ligeiros de passageiros: automóveis convencionais, automóveis híbridos (puros e híbridos elétricos) e automóveis elétricos. De salientar que, quando nos referimos a VE estamos a considerar o grupo composto por veículos híbridos e elétricos e quando falamos em VCI, os veículos convencionais. O período de análise temporal manter-se-á inalterado até 2030, atendendo à maior facilidade na pesquisa de dados e a obtenção de conclusões mais fidedignas e realistas, tendo em consideração os impactos imprevisíveis da evolução da atual conjuntura económica e política num futuro a curto prazo.

4.1.1 Parque automóvel

A fórmula original do modelo de Wang, G. considera apenas a variação anual do número de viaturas automóveis dada pelo volume de vendas do ano. Pelo facto de se

tratar de um mercado de maior dimensão e que não regista quebras verificadas no setor automóvel à semelhança do caso português, o impacto deste volume é significativo e determinante para a obtenção de resultados, fazendo oscilar a procura de combustíveis.

No mercado português, tendo em conta a conjuntura atual, o impacto do volume de vendas automóveis do ano é reduzido e não se traduz em consequências materialmente relevantes na oscilação da procura de combustíveis. Assim, entendemos ser mais ilustrativo da realidade, considerar o parque automóvel português, avaliando o mercado como um todo e não somente a parcela correspondente às vendas automóveis.

A dimensão do parque automóvel de ligeiros em Portugal tem vindo a registar uma evolução positiva desde 1974, representando àquela data um total de cerca de 800 mil viaturas. Com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia, este número cresceu substancialmente atingindo valores na ordem dos 4,4 milhões de viaturas em 1999 (ACAP, 2013). Desde então, tal como já referido no ponto 2.3, surge uma tendência de desaceleração do crescimento do parque automóvel nacional e a introdução de medidas de incentivo à troca de viaturas antigas por veículos novos. Estas medidas, que procuravam garantir o cumprimento de diretivas comunitárias em termos de níveis de consumo e emissões de CO₂ e, simultaneamente, travar o decréscimo verificado, não se revelaram suficientes. Com a atual conjuntura económica e a abolição de incentivos governamentais, não será de esperar a retoma do setor automóvel e o crescimento significativo do parque até 2030, pelo que se perspetiva semelhante tendência num futuro a curto prazo.

Com vista a determinar o crescimento do parque automóvel nacional até 2030, tivemos como base os dados de 2010 disponibilizados pela ACAP. Optou-se por incluir no estudo os veículos comerciais ligeiros pois, embora o elevado número de km efetuados diariamente ser incompatível com a autonomia de um qualquer VE, estamos a considerar de igual forma os veículos híbridos e híbridos *plug-in*, alternativas reais à substituição de VCI em frotas automóveis empresariais. Excluem-se deste estudo todos os veículos pesados.

Numa primeira fase, estimamos a evolução global do mercado automóvel até 2017, de acordo com as seguintes perspetivas de evolução:

Tabela 1 – Taxas de crescimento do parque automóvel nacional

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tx. Crescimento	-6,2%	-6,6%	-0,2%	-2,9%	-2,9%	-2,8%	-2,7%

Fonte: Business Monitor International

A partir desta data, tendo em conta que as atuais previsões apresentadas no Documento de Estratégia Orçamental 2013-2017, produzido pelo Ministério das Finanças, apontam para uma retoma do consumo privado a partir de 2014, assumimos uma taxa de crescimento de 1% até 2030, o correspondente à média aproximada dos últimos 3 anos das estimativas consideradas neste documento. Entendemos que este é um cenário relativamente conservador, no entanto, tratando-se de um bem de consumo duradouro, a tendência de quebra do consumo será sempre superior à dos bens de consumo não duradouros pelo que, face à atual imprevisibilidade de evolução dos indicadores macroeconómicos e a sua necessidade de constante revisão, pensamos fazer sentido assumir esta perspetiva.

Tabela 2 – Previsão de evolução dos indicadores macroeconómicos em Portugal

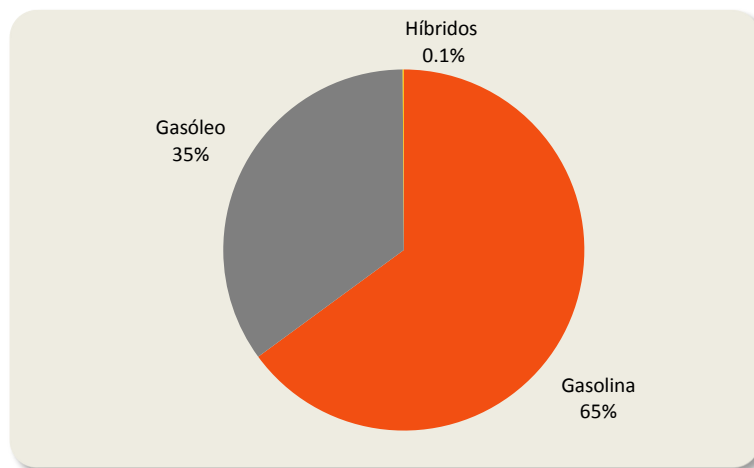
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PIB	-3,2%	-2,3%	0,6%	1,5%	1,8%	2,2%
Consumo Privado	-5,6%	-3,2%	0,1%	0,9%	1,0%	1,2%

Fonte: Ministério das Finanças, 2013

Posteriormente, definimos qual o *mix* que compõe o parque automóvel nacional entre VE e VCI. Tendo como base um cenário *business as usual*, a previsão obtida permitir-nos-á desenvolver um cenário de introdução de VE em Portugal. Verificamos que entre 2010 e 2011, o início da comercialização de VE conduziu a que praticamente todos os fabricantes apresentassem modelos elétricos e/ou híbridos e híbridos *plug-in*. A oferta de VE tem vindo a crescer e é expectável que, a curto prazo, todas as marcas tenham modelos elétricos ou híbridos em comercialização. Face a recente introdução destas tipologias de veículos no mercado nacional, atendendo à categorização efetuada, assumimos a existência de uma relação entre os dados concretos atuais sob a forma como o parque automóvel se encontra distribuído, tendo em conta que não são expectáveis a curto prazo grandes alterações na repartição do mesmo, e o objetivo de

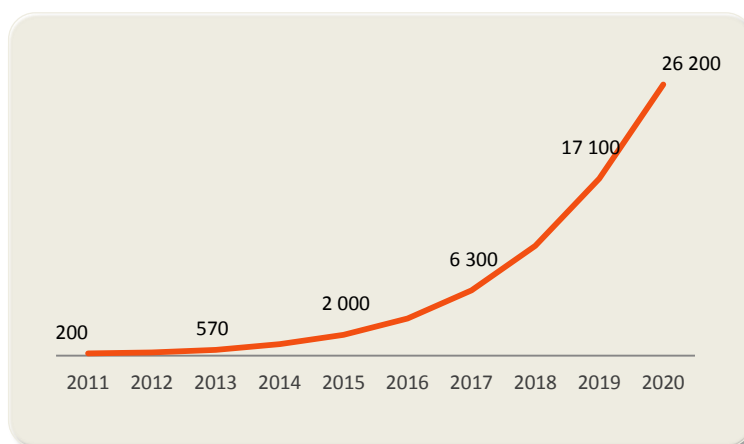
quotas de veículos elétricos definidas no PNAER até 2020 para determinarmos a evolução da proporção de cada tipologia no *mix* atual do parque automóvel.

Gráfico 10 – Composição do parque automóvel nacional em 2010



Fonte: Veredict Retail Service, 2013

Gráfico 11 – Metas de evolução do número de veículos elétricos em Portugal (unidades)



Fonte: PNAER, 2012

Esta metodologia permitir-nos-á o desenvolvimento de dois cenários, facilitadores da obtenção de conclusões e cujos resultados serão apresentados no capítulo seguinte: um primeiro cenário que pressupõe a evolução do parque automóvel composta apenas por VCI, a gasóleo e gasolina, ou seja, em que não há penetração de VE no mercado, e um segundo cenário que contempla um *mix* do parque automóvel

composto por VCI e VE, nas suas respectivas proporções. Os resultados da avaliação de ambos os cenários serão apresentados no capítulo seguinte.

4.1.2 Número de anos de duração do veículo

Relativamente ao número médio de anos de duração do veículo, o estudo de Wang, G. desenvolve uma série temporal com base na lei Gompertz.

No final do século XIX, Benjamin Gompertz verificou, em vários países europeus, que entre os 20 e os 60 anos, a probabilidade de morrer crescia exponencialmente, ou seja, a mortalidade estaria associada ao envelhecimento. Na sequência desta observação, Gompertz traduziu a relação entre a idade e a morte na qual se verifica que o aumento aritmético da idade é acompanhado pelo aumento exponencial da mortalidade:

$$N(t) = N(0)^{-c(e^{at}-1)}$$

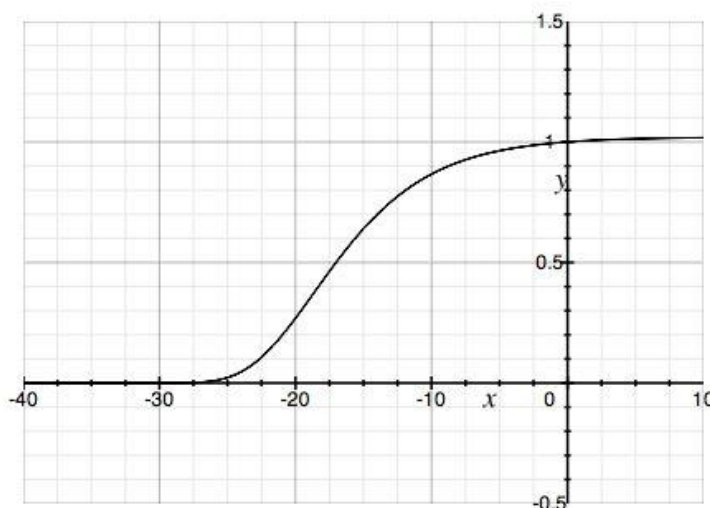
Onde,

$N(t)$ representa o número de indivíduos no tempo t

c e a são constantes, c positiva e a negativa

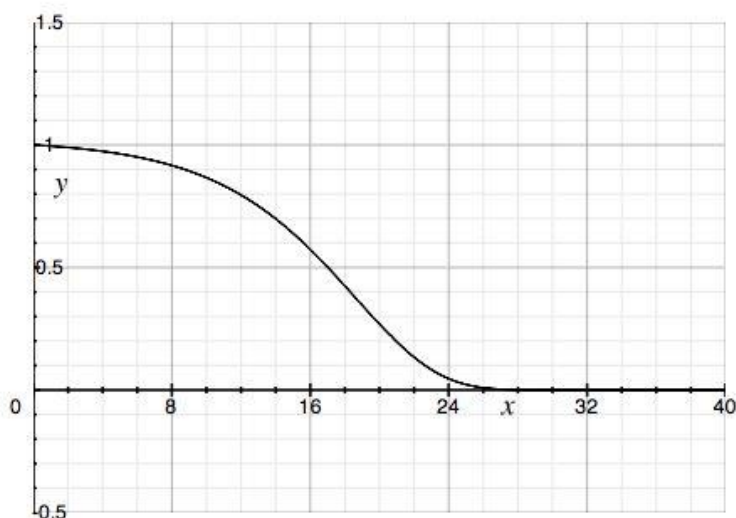
A curva de crescimento de Gompertz tem, na situação descrita, uma representação gráfica como a seguinte:

Figure 1 - Representação gráfica da função Gompertz crescente



Se a constante a for negativa, a função será decrescente, com a mesma forma.

Figure 2 - Representação gráfica da função Gompertz decrescente



Atendendo ao facto da teoria de Gompertz descrever um (de)crescimento cuja taxa de variação decresce exponencialmente em função do tempo, esta foi aplicada por Wang, G. na estimativa do número de anos médio de duração de um veículo:

$$s(t) = e^{-B(e^{Ct}-1)}$$

Onde,

$s(t)$ significa a probabilidade de um veículo atingir um determinado número de anos;

t significa o número de anos;

B e C são constantes: B é positiva e C é positiva se a função é decrescente e negativa se a função for crescente.

De acordo com os dados do número de milhas feitas pelos carros americanos, tirados do “*Transportation Energy Data Book*”, Wang G. considera que os valores das constantes B e C são respetivamente, 0,02 e 0,21.

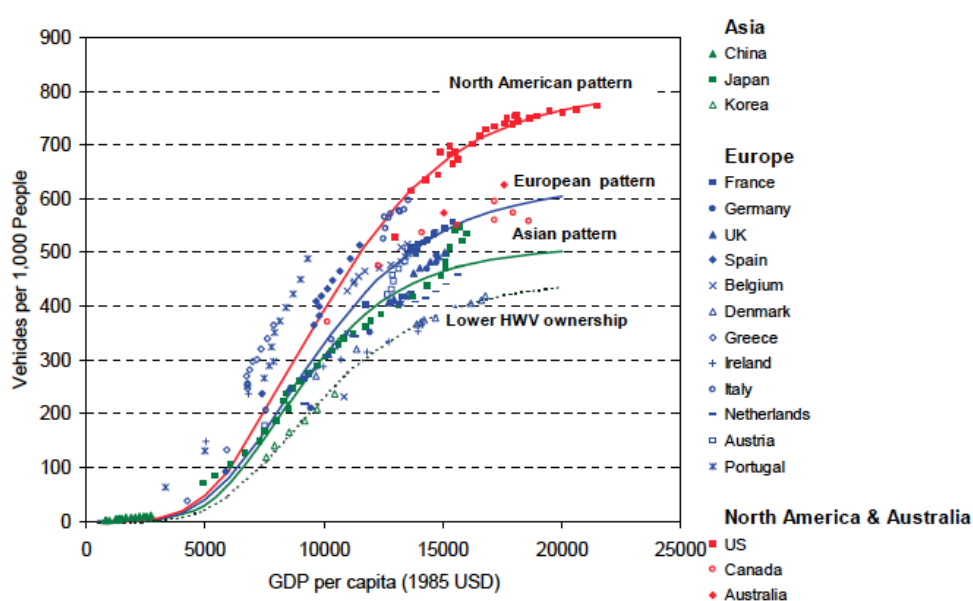
Com estes pressupostos e usando o modelo de Gompertz, estima-se que o número médio de anos expectável para um veículo automóvel se situe nos 16,8 anos.

É certo que o número de anos de duração de um veículo automóvel encontra-se dependente de uma série de fatores como a manutenção efetuada, a marca automóvel, o número de km percorrido, as práticas de condução, as condições climáticas, entre outros. No entanto, não é objetivo do presente estudo avaliar as variáveis que influenciam o

número médio de anos de duração do veículo, pelo que consideramos que a estimativa em causa é razoável para o desenvolvimento do presente modelo.

Este modelo foi já usado em várias situações similares, como no estudo da evolução dos veículos à venda na China até 2050 (Wang et. al, 2006) sendo certo que alguns dados reais confirmam o interesse do modelo de Gompertz: por exemplo, no artigo citado são apresentados dados de números de automóveis de utilizadores privados em função do crescimento do PIB em vários países.

Figura 3 – Evolução do número de automóveis ligeiros em função do PIB



Fonte: Wang et. al, 2006

4.1.3 Distância média percorrida por um veículo

O estudo de Wang, G. assume como distância média percorrida, o número de milhas correspondentes ao padrão de um veículo automóvel nos EUA, ou seja, 5.300 milhas. Convertendo este valor para km, com base na relação de 1 milha para 1,61 km (aproximadamente), chegamos a um resultado de 8.530 km que assumimos como válido para o desenvolvimento do presente modelo, dado que este valor se encontra de acordo com os últimos dados que constam do boletim de Estatística de Transportes 2011, publicado pelo Instituto Nacional de Estatística.

4.1.4 Poupança de combustível

A poupança de combustível é estimada por Wang, G. com base um modelo que considera a combinação de hábitos de condução citadina vs. estrada e a evolução do *mix* que compõe o parque automóvel ao longo dos anos. No geral, o autor considera que os VCI irão continuar a dominar o mercado e a evolução tecnológica subjacente aos mesmos conduzirá a maiores níveis de eficiência em termos de consumos verificados.

Na presente dissertação, para obter a evolução da poupança de combustível associada a cada tipologia de viaturas, tivemos em consideração a respetiva média dos consumos e a influência da evolução tecnológica na evolução dos mesmos. Neste âmbito, gostaríamos de ressaltar o impacto destes parâmetros para o crescimento da penetração de VE no mercado e, conseqüentemente, para a obtenção de conclusões nesta dissertação. Consideramos que o maior ou menor ritmo de incorporação de VE no mercado encontra-se dependente da evolução tecnológica e dos impactos da mesma: por um lado, porque o aumento da autonomia das baterias é determinante para a viabilidade destas tecnologias num futuro próximo e, por outro lado, porque o aumento da eficiência dos motores a combustão ao nível de consumos médios, resultante da evolução tecnológica, poderá condicionar a visão do VE enquanto alternativa mais económica relativamente aos VCI, limitando assim o crescimento da sua penetração no mercado.

Para o parque automóvel de veículos convencionais, partimos do cenário base típico dos consumos verificados para um VCI que se situa na ordem 5,8 lts/100 km. Este, é resultado da média aritmética simples entre a média do consumo de uma viatura a gasóleo (5,2 lts/100 km) e a mesma correspondente a uma viatura a gasolina (6,3 lts/100 km), tendo em consideração os dados publicados pelo IMTT (2013). No que se refere aos automóveis híbridos, utilizamos como referência a média dos consumos de um modelo híbrido e híbrido elétrico disponibilizado no mercado, o Toyota Prius e o Toyota Prius Plug-In, que apresenta valores na ordem dos 3,6 lts/100 km e 3,9 lts/100 km de consumo combustível, respetivamente (Toyota, 2013). Para facilitar o desenvolvimento do modelo tivemos como referência a média simples de ambas as tipologias de viaturas, ou seja, 3,8 lts/100 km.

Para os automóveis elétricos consideramos como modelo indicativo o veículo elétrico atualmente mais vendido em Portugal, o Nissan Leaf, com consumos na ordem dos 16 kWh para 100 km (Nissan, 2013). De referir que este dado é marginal, dado que o objetivo deste estudo se centra na evolução do consumo de combustíveis, o que significa que o impacto dos veículos elétricos puros reside na alteração resultante da composição do *mix* do parque automóvel em Portugal e da substituição das viaturas convencionais.

Conforme já referido, o efeito da evolução tecnológica prevista para as próximas décadas terá um impacto significativo nos valores anteriormente apresentados sendo, portanto, fundamental considerar este impacto no modelo a desenvolver. Por um lado, com o surgimento de novas diretivas ambientais e as pressões daí resultantes para a redução dos níveis de emissões de CO₂, os construtores automóveis encontram-se obrigados a investir avultadas verbas em investigação e desenvolvimento de forma a permitir uma evolução rápida ao nível da eficiência dos atuais motores automóveis. Esta é uma tendência já verificada ao longo dos últimos anos. Por outro lado, no que respeita aos VE, a desconfiança associada à tecnologia inovadora e o denominado *range anxiety* causado pela autonomia limitada das baterias dos veículos elétricos puros conduz à necessidade de melhoria contínua ao nível destas componentes, com objetivo de tornar estas tipologias de veículos uma alternativa viável para os consumidores, maximizar as vendas e rentabilizar o investimento já realizado.

Neste sentido, e de acordo com os dados do WEC, a previsão de redução de consumo até 2050 para veículos convencionais e veículos híbridos situa-se entre os valores de 28%-33% e 41%-45%, respetivamente. Com base nestes intervalos, tendo em consideração o ponto médio de cada um, aplicamos esta percentagem ao valor dos consumos iniciais aferindo, assim, um valor que estimamos ser a poupança do período até 2030. O valor dos consumos iniciais e a poupança do período, permitiu-nos calcular a estimativa de consumo final em 2030 obtendo, assim, uma percentagem média de poupança anual que teremos em conta nas estimativas ao longo do período considerado neste modelo.

Tabela 3 – Cálculo previsional da taxa média de poupança anual no período 2012-2030

	Min.	Máx.	Média	Consumo 2012 (lts/100 km)	Poupança 2012/2013 (lts/100 km)	Consumo estimado 2030 (lts/100 km)	Poupança média anual
Convencionais	28%	33%	31%	5,8	2,1	3,6	-2,5%
Híbridos	41%	45%	43%	3,8	1,6	2,1	-3,1%

A quantificação da evolução da poupança em lts/100km é, assim, resultado da aplicação da taxa média de poupança anual obtida através dos cálculos descritos anteriormente aos valores base do consumo médio para 2012 por tipologia de viaturas. Sucessivamente, para o período em análise, assumimos que o consumo do período $x+1$, com $2012 \leq x \leq 2029$, seria resultado do consumo do ano x deduzido de uma poupança média anual.

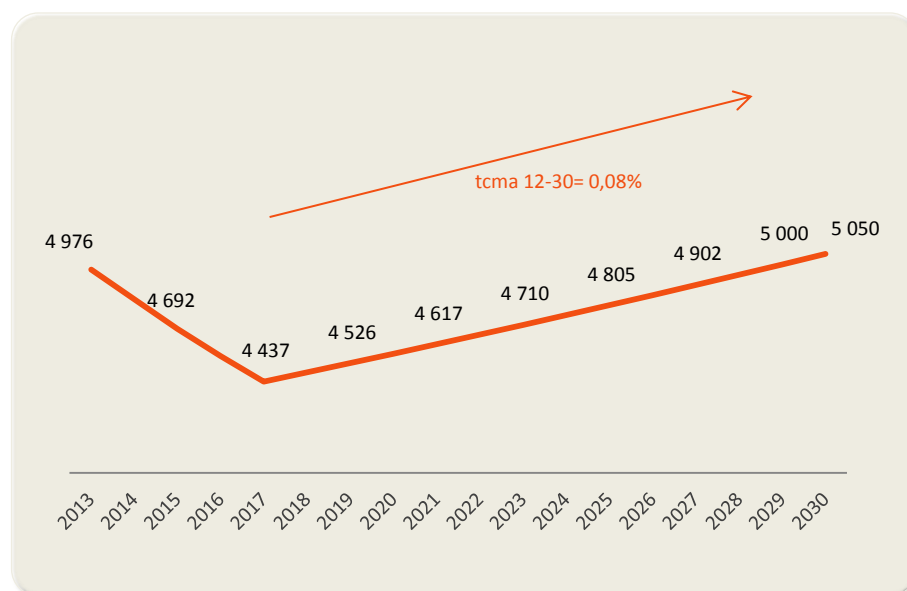
5. RESULTADOS

5.1 Avaliação da evolução do parque automóvel e do impacto resultante na procura de combustíveis

Embora se verifique uma grave crise económica a nível nacional, é expectável que o parque automóvel cresça ligeiramente nas próximas duas décadas, atingindo um total de cerca de cinco milhões de viaturas no ano de 2030. A atual conjuntura, em particular, o decréscimo dos indicadores de consumo privado e a redução do rendimento disponível das famílias, influenciará o número de automóveis ligeiros a circular em Portugal. Até 2017, as estimativas apontam para uma quebra significativa do parque automóvel, fruto do envelhecimento registado na presente década e consequente abate de viaturas sem renovação. Neste sentido, os mais recentes dados publicados pela ACAP atestam uma quebra de vendas do mercado automóvel na ordem dos 26% só no primeiro semestre de 2013.

Até 2030, e embora de uma forma bastante lenta, em média, o parque automóvel nacional crescerá a uma taxa de aproximadamente 0,1% ao ano.

Gráfico 12 – Previsão da evolução do parque automóvel em Portugal ('000 unidades)



Apesar de não ser previsível um aumento significativo do parque automóvel, as questões associadas à sustentabilidade energética nacional constituem uma preocupação contínua acentuada por aquilo que verificamos ser a composição do parque automóvel previsional, em que 94% do mesmo será o correspondente a veículos convencionais.

Gráfico 13 – Previsão de evolução do *mix* do parque automóvel em Portugal ('000 unidades)



De acordo com a metodologia aplicada e enunciada no capítulo anterior, no que se refere aos VE, a perspetiva é de uma introdução bastante lenta destas tipologias resultado, fundamentalmente, do desconhecimento e desconfiança dos consumidores inerente à inovação tecnológica associada bem como do elevado custo inicial dos mesmos. Em particular, verifica-se que os veículos híbridos terão tendência a assumir uma parcela de mercado superior aos veículos elétricos puros. Os veículos híbridos traduzem, assim, uma transição progressiva entre os VCI e os veículos elétricos puros e, neste sentido, as questões inerentes à limitação de autonomia ou à necessidade de uma rede de carregamento específica são menos determinantes potenciando um crescimento mais rápido.

Os resultados obtidos comprovam que o parque automóvel manter-se-á praticamente inalterado até 2028, em termos de números absolutos, apesar das oscilações positivas e negativas verificadas até esta data. Apenas a partir de 2020 se perspetiva uma evolução positiva do crescimento de VE, atingindo uma quota de mercado inicial de aproximadamente 2,4%. Nesta fase, consideramos que o amadurecimento da tecnologia, e um maior conhecimento das suas vantagens e desvantagens, acompanhado pelo aumento concorrencial e a consequente descida dos preços das viaturas será determinante para alavancar o crescimento do número de VE no mercado. Em 2030, é expectável que este valor se aproxime dos 6,5% (4,3% de híbridos e

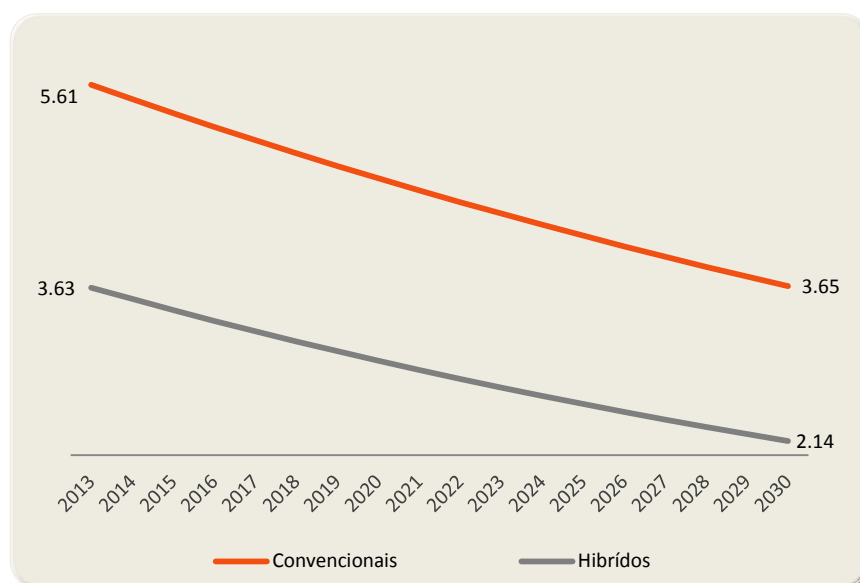
2,2% de elétricos), o que traduz uma evolução positiva correspondente a cerca de 2.700 viaturas, no total do período. No fundo, como qualquer outra tecnologia inovadora, é de esperar grande resistência inicial por parte dos consumidores à aquisição de VE, traduzindo-se numa evolução praticamente impercetível destas tipologias no mercado português nas próximas duas décadas.

Apesar do cenário desenvolvido ser relativamente conservador, os resultados aqui apresentados consideram a tendência de evolução positiva da conjuntura económica, daí resulta que a penetração de VE no mercado nacional far-se-á dependendo de alguns fatores exógenos que julgamos terem alguma expressão a partir de 2017. Em primeiro lugar, o aumento da preocupação ambiental e as políticas governamentais desenvolvidas no sentido de mitigar os constrangimentos existentes ao nível da dependência energética e do agravamento das emissões de CO₂, serão certamente pontos a favor da eletrificação dos veículos. Ainda neste âmbito, será determinante o enfoque dos organismos públicos na expansão da rede de carregamento e no incentivo à aquisição de VE através da componente fiscal automóvel. Por outro lado, a evolução crescente dos preços dos combustíveis fósseis influenciará as opções de compra dos consumidores, sendo certo que o custo de aquisição do veículo, embora atualmente elevado, terá tendência para diminuir substancialmente ao longo dos próximos anos decorrente do aumento da procura, redução dos custos de produção e aumento do nível de concorrência no mercado por parte dos fabricantes.

Assim, se atendêssemos unicamente à evolução estimada do parque automóvel, seria expectável que o consumo de combustíveis viesse a aumentar nos próximos anos, fruto do crescimento de perto de 64 mil viaturas entre 2012 e 2030. No entanto, a metodologia que adotamos no presente estudo tem em conta o indicador de poupança determinado, fundamentalmente, pela componente da evolução tecnológica inerente aos veículos automóveis. Este indicador tem bastante impacto, não somente nos resultados obtidos da evolução da procura de combustíveis, mas também, embora não contemplado na análise quantitativa desta dissertação, no maior ou menor ritmo de evolução da incorporação de VE no mercado automóvel, tal como já referido. De acordo com o indicado no capítulo anterior, referente à metodologia adotada, atendendo ao facto do

impacto dos veículos elétricos puros residir na alteração resultante da composição do *mix* do parque automóvel e da substituição das viaturas convencionais por estes, consideramos apenas a evolução deste indicador para os veículos convencionais e híbridos.

Gráfico 14 – Estimativa de evolução de consumos (lts/100km)

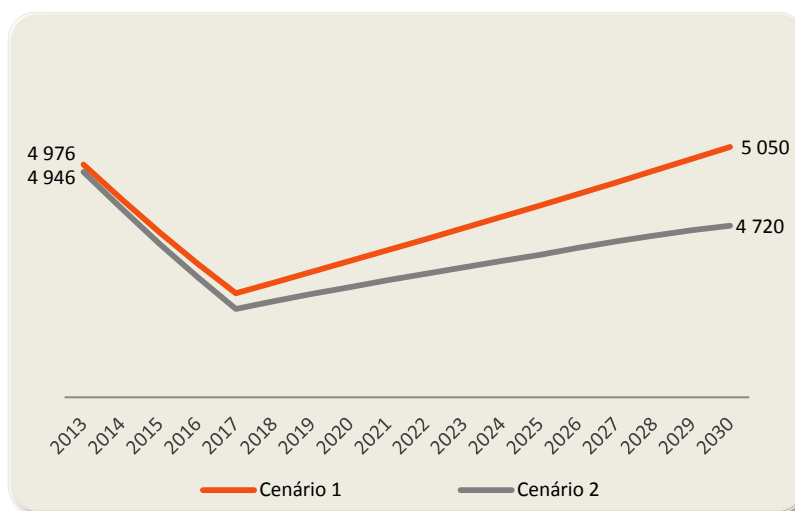


De forma a facilitar a perceção do impacto resultante das variáveis anteriormente obtidas na evolução do consumo de combustíveis e na poupança efetivada, via introdução de VE no mercado, desenvolvemos dois cenários: o primeiro no qual assumimos que a evolução do parque automóvel é composta apenas por VCI, ou seja, não há penetração de VE no mercado. O segundo cenário contempla o *mix* que compõe o parque automóvel cujos resultados foram enunciados nos parágrafos precedentes e cuja evolução atinge em 2030 uma composição de 94% de VCI e 6% (4% de híbridos e 2% de elétricos).

O propósito do desenvolvimento de ambos os cenários passa não somente por avaliar de forma mais objetiva o impacto da introdução de VE no mercado, como igualmente, por entendermos que as necessidades de deslocação não deixarão de existir e, na ausência de alternativas, a opção dos condutores passará sempre pela utilização dos VCI. Desta forma, consideramos que a obtenção de conclusões com base nestes pressupostos poderá acrescentar mais valor ao presente estudo.

Se atentarmos ao gráfico 12, que mostra a evolução do número de VCI de acordo com ambos os cenários, de imediato percebemos que a diferente orientação das curvas se traduzirá em consequências distintas ao nível da procura de combustíveis:

Gráfico 15 – Evolução do parque automóvel de VCI de acordo com os cenários desenvolvidos ('000 unidades)

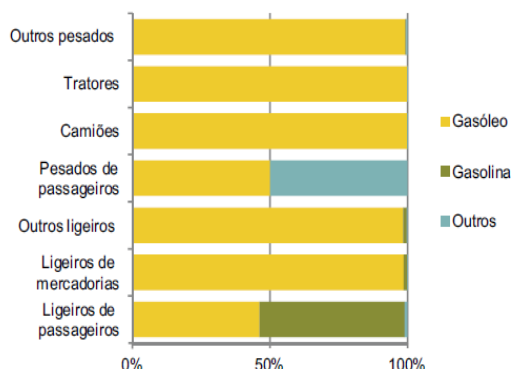


5.1.1 Primeiro cenário

Tal como referido anteriormente, este primeiro cenário foi desenvolvido de acordo com os pressupostos definidos por Wang, G. e pela metodologia contemplada na presente dissertação, assumimos que o parque automóvel nacional evolui até 2030 apenas contemplando a existência dos VCI.

No que se refere a estas tipologias e conforme o já verificado no ponto 2.3, é um facto que, nos últimos anos tem existido uma preferência por veículos a gasóleo devido à prática de consumos mais reduzidos e a um maior tempo de vida útil destes. Cumulativamente, e como observável no gráfico 9, o preço de venda do gasóleo é inferior ao da gasolina. Assim sendo, verifica-se uma tendência de crescimento do número de veículos a gasóleo em circulação e, de acordo com o boletim de Estatísticas dos Transportes 2011, esta adoção da tecnologia *diesel* tem originado uma repartição praticamente equitativa entre o parque automóvel a gasolina e a gasóleo.

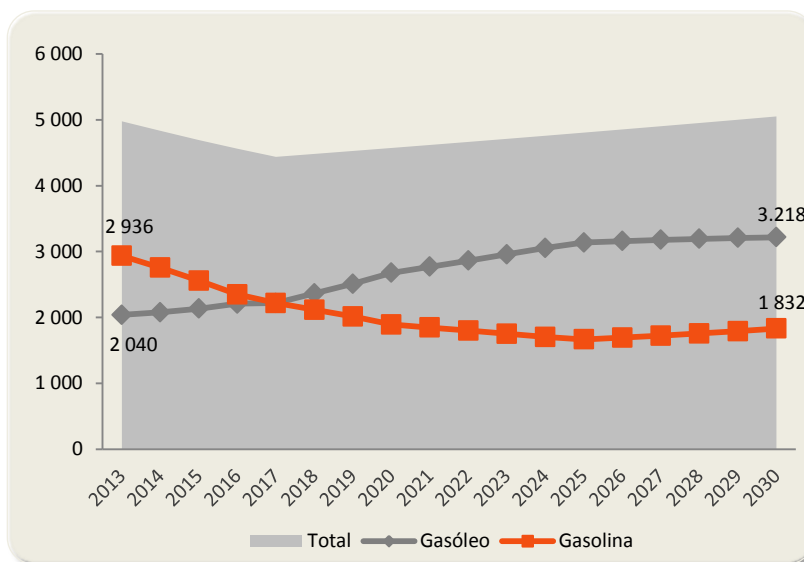
Figura 4 – Parque de veículos motorizados em circulação por combustível utilizado em 2011



Fonte: INE, 2013

Atendendo a estas considerações, a evolução do parque automóvel deixa antever continuidade da preferência dos condutores por veículos a gasóleo em detrimento da gasolina. Inclusivamente, perspetiva-se que em poucos anos o número de viaturas a gasóleo a circular em território nacional seja superior ao das suas congéneres a gasolina, algo que se perspetiva acontecer em menos de uma década.

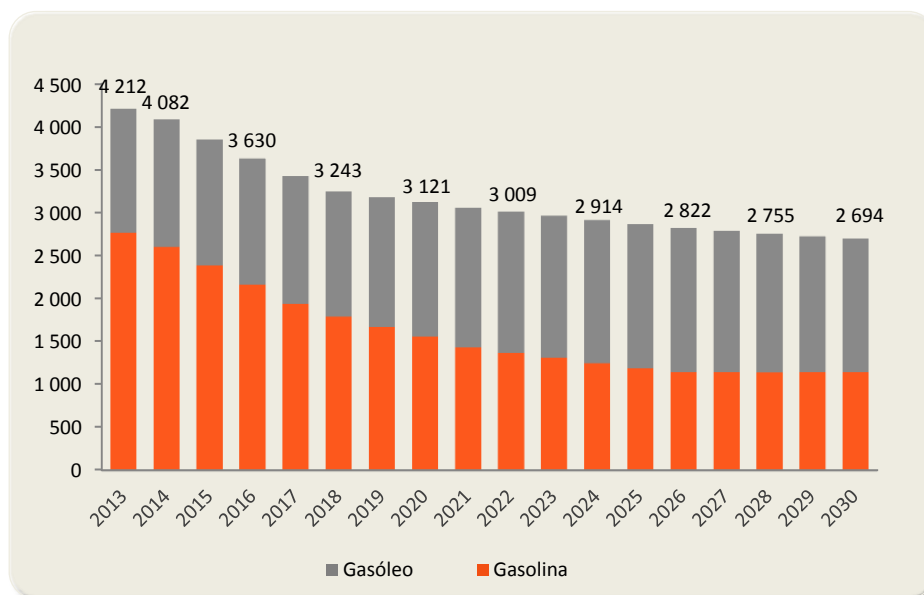
Gráfico 16 – Cenário 1: Estimativa de evolução do parque automóvel de veículos a gasóleo e gasolina ('000 unidades)



Em função do parque automóvel estimado para um cenário no qual só existirão VCI, e de acordo com os cálculos resultantes da aplicação da metodologia de Wang, G. exposta no capítulo anterior, verifica-se que, em 2030, se perspetiva uma redução global da procura de combustíveis face aos valores historicamente apresentados. Esta redução faz-se, essencialmente, via efeito tecnológico, em particular, resultado das melhorias

previstas ao nível da eficiência dos motores a combustão, quer no caso da gasolina como também do gasóleo e, por outro lado, face a tendência de aumento do número de veículos a gasóleo no mercado nacional que, tal como é conhecido, apresentam necessidades de consumo de combustível relativamente inferiores face aos veículo a gasolina.

Gráfico 17 - Cenário 1: Estimativa de evolução da procura de combustíveis ('000 m³)



De acordo com os dados apresentados, em termos absolutos, Portugal poderá vir a consumir perto de 2,7 milhões de m³, uma redução de 42% face aos valores verificados em 2012 e um decréscimo na ordem dos 3%, em média, por ano. Mais concretamente, esta evolução far-se-á de uma forma mais representativa até 2020 e, a partir deste ano, verifica-se um abrandamento ao nível da redução verificada na procura de combustíveis, com forte probabilidade de consonância com o que se perspetivam ser a melhoria das condições económicas e, consequentemente, uma maior propensão ao consumo. Em simultâneo, este é o ano que irá marcar a transição para uma evolução positiva no crescimento do parque automóvel.

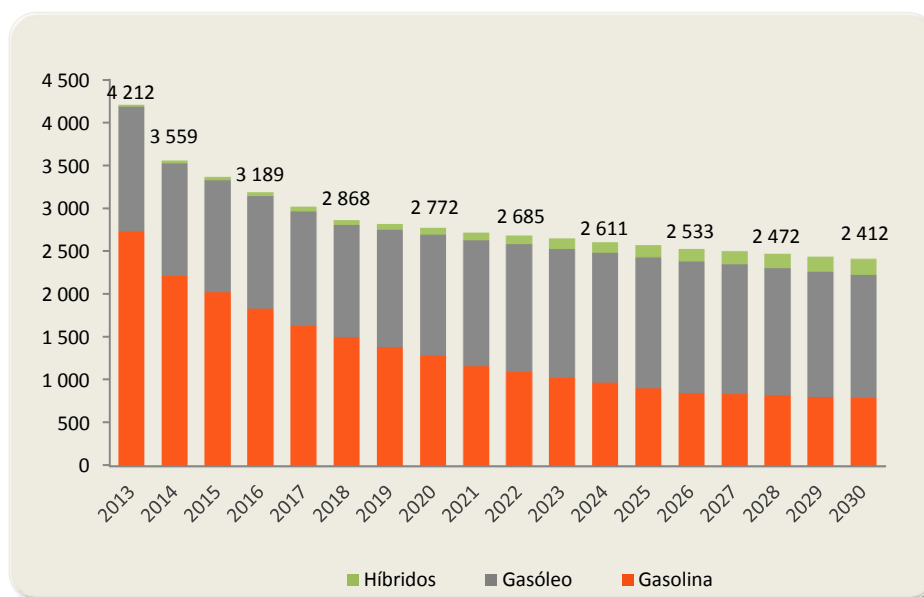
De um modo particular, no período considerado, a procura de gasóleo irá sofrer um decréscimo de 52%, contrastando com a gasolina cuja procura diminuirá cerca de 18%. A disparidade verificada deve-se, principalmente, ao facto dos veículos a gasolina apresentarem níveis de consumo superiores ao gasóleo originando uma diminuição da

procura de gasolina relativamente inferior à diminuição dos valores verificados no caso do gasóleo. Por outro lado, durante o período considerado, a composição do parque automóvel alterar-se-á e este passará a ser composto, maioritariamente, por veículos a gasóleo. Consequentemente, este facto origina que o impacto da poupança de combustível seja significativamente superior no parque automóvel de viaturas a gasóleo.

5.1.2 Segundo cenário

No segundo cenário desenvolvido, consideramos a entrada de alternativas tecnológicas no mercado automóvel e um *mix* que contempla a existência de veículos convencionais, híbridos e elétricos, tal como apresentado no gráfico 11.

À semelhança do cenário anterior, no global, a evolução da procura de combustíveis terá tendência a decrescer. Neste cenário, em particular, estes resultados decorrem não somente do efeito tecnológico e do aumento da eficiência dos motores a combustão, mas também, da alteração da composição do parque automóvel nacional que contempla a entrada de VE. De referir que, para efeitos facilitadores da análise, não atendemos à categorização dos veículos híbridos entre gasolina e gasóleo, e agrupamos esta tipologia como um todo na tentativa de quantificar a fatia de mercado que estas viaturas poderão representar em termos de evolução do consumo. Consideramos que, para efeitos dos objetivos da presente dissertação, esta questão não é relevante, dado que estas viaturas ainda representam uma parcela imaterial no mercado automóvel não tendo um impacto significativo ao nível das oscilações de procura de gasóleo e/ou gasolina, em particular.

Gráfico 18 - Cenário 2: Estimativa de evolução da procura de combustíveis ('000 m³)

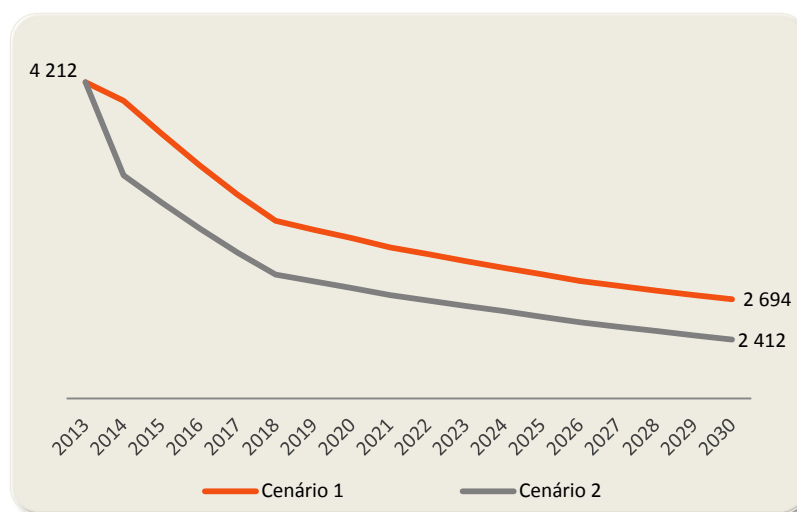
A entrada de VE contribuirá para uma redução do consumo direto de combustíveis fósseis que acompanhará o crescimento do parque automóvel desta tipologia de viaturas. A expansão do número de veículos elétricos entre 2013 e 2030, permitirá uma poupança na ordem dos 48% face a valores de 2012, o correspondente a cerca de 2,2 milhões m³. É de destacar uma variação no primeiro ano na ordem dos 15%, confrontando com os 3% registados no cenário 1, o que permite antever, numa comparação de cenários, que o impacto da entrada de VE no mercado nacional potencia reduções mais significativas na procura de combustíveis, do que a simples evolução do parque automóvel com base, unicamente, em VCI.

À semelhança do cenário 1, também aqui se prevê um decréscimo do consumo de gasóleo mais significativo, na ordem dos 56%. O consumo de gasolina irá reduzir em 43% comparativamente com os dados assumidos para o ano de 2012. A contribuição para este resultado, conforme referido anteriormente, deve-se não somente ao fator associado ao aumento da eficiência dos motores a combustão mas, principalmente, à alteração na composição do *mix* do parque automóvel: por um lado, e em paralelo com o cenário anterior, via efeito crescimento do número de veículos a gasóleo e, por outro, pela entrada no mercado de novas tipologias de VE. Em particular, esta redução verificada ao nível da procura de combustível decorrente da entrada de VE no mercado resulta, no caso dos veículos híbridos, da eficiência associada à tecnologia dos motores,

do efeito de transferência de consumos para eletricidade e do desenvolvimento de melhores práticas de condução, aproveitando as potencialidades máximas do motor elétrico e da autonomia a este associada. Por outro lado, no caso dos veículos elétricos, a redução do consumo de combustíveis decorre, unicamente, da transferência de consumos para uma fonte de energia alternativa, neste caso, a eletricidade.

Em termos globais, comparando ambos os cenários, a incorporação de VE no mercado automóvel poderá conduzir a uma redução de consumos superior em cerca de 14%, o correspondente a 0,3 milhões m^3 , face a um cenário de ausência destas tipologias no mercado automóvel, atendendo aos pressupostos definidos e num horizonte temporal de aproximadamente duas décadas. Em particular, e isolando a evolução da procura associada à entrada de VE no mercado, mais concretamente resultante dos veículos híbridos, esta redução corresponde a 30% na gasolina e 8% no gasóleo, ou seja, 0,3 milhões m^3 e 0,1 milhões m^3 , respetivamente.

Gráfico 19 – Previsão de evolução da procura de combustíveis em Portugal ('000 m^3)



5.2 Análise de sensibilidade

As análises de sensibilidade aqui desenvolvidas têm como objetivo avaliar o impacto de possíveis variações nos pressupostos considerados e anteriormente enunciados. Assim sendo, deve ter-se em conta que os resultados obtidos poderão diferir das estimativas implícitas, pela aplicação das análises de sensibilidade. Estas análises foram desenvolvidas com base em cálculos de variações ligeiras, na tentativa de reduzir a margem de erro inerente aos pressupostos assumidos nas previsões efetuadas. Desta

forma, alterações significativas nestes pressupostos considerados bem como em fatores exógenos, à margem desta análise, poderão sempre afetar os resultados obtidos.

No caso de estudo da presente dissertação, a avaliação da sensibilidade faz-se através da simulação de alterações nas variáveis consideradas críticas ao nível do impacto nos resultados e que constituem aquilo que consideramos a maior incerteza no futuro. Os efeitos destas variações serão determinados pelo impacto gerado no objeto central de análise desta dissertação: a poupança de combustível. Assim, numa primeira fase, apurámos a diferença total, no período considerado para análise, entre a procura de combustíveis no primeiro cenário *versus* a procura de combustíveis no segundo cenário. Esta variação traduz a poupança efetiva resultante da introdução de VE no mercado nacional no período decorrido entre 2013 e 2030. Neste âmbito, poderíamos igualmente avaliar os impactos resultantes das variações executadas na procura de combustíveis como um todo, no entanto, entendemos que o âmbito do objetivo desta dissertação se centra maioritariamente em perceber o efeito gerado, em termos absolutos, no valor da poupança de combustível determinado pela entrada de VE no mercado nacional.

Conforme verificado na tabela 4, da evolução de um cenário no qual o parque automóvel é somente composto por VCI para um cenário em que existe penetração de VE no parque automóvel, a procura global de combustíveis varia cerca de 5,9 milhões m³, valor este que traduz a poupança efetiva de combustíveis que resulta da entrada de VE no mercado nacional e com base no qual iremos apurar o impacto resultante de variações consideradas críticas.

Tabela 4 – Evolução da procura de combustíveis ('000 m³)

	Total	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cenário 1 - Evolução da procura	57.337	4.212	4.082	3.851	3.630	3.423	3.243	3.181	3.121	3.058	3.009	2.961	2.914	2.868	2.822	2.788	2.755	2.724	2.694
Cenário 2 - Evolução da procura	51.409	4.212	3.559	3.371	3.189	3.018	2.868	2.820	2.772	2.723	2.685	2.648	2.611	2.571	2.533	2.502	2.472	2.442	2.412
Variação	5.928																		

Numa segunda fase, procedemos à identificação das variáveis críticas que poderiam influenciar este resultado e face às quais a incerteza associada à sua evolução no futuro seria maior. Tendo sempre presente que o nosso objetivo central é avaliar a evolução no consumo de combustíveis que resulta da penetração de VE no mercado e, mediante os resultados obtidos anteriormente, consideramos que a evolução do parque automóvel é determinante para as constatações que já efetuadas. Neste sentido, as oscilações verificadas ao nível da evolução de VE no parque automóvel nacional irão

afetar as variações de resultados. Simultaneamente, e de um modo geral, verificamos anteriormente que o parque automóvel nacional ainda se encontra fortemente condicionado pelos VCI, pelo que variações na sua evolução como um todo terão, igualmente, impactos ao nível da poupança de combustível verificada.

Para o desenvolvimento da análise de sensibilidade foi utilizado o *software* do Excel (*data table*) no cálculo dos novos valores de poupança, onde cada variável identificada é testada de acordo com uma variação de mais ou menos 5%.

5.2.1 Análise de sensibilidade parque automóvel

O estudo da avaliação do impacto do parque automóvel é fortemente condicionado pelo facto deste ser maioritariamente composto por VCI, pelo que o aumento ou redução do número de carros terá sempre um impacto bastante significativo.

A análise de sensibilidade relativamente ao parque automóvel consta da tabela 5, na qual o cenário central, ou seja, aquele que corresponde aos resultados apurados com o desenvolvimento do modelo anteriormente descrito, se situa na célula correspondente a C4. A variação do parque automóvel conduz a um valor máximo de poupança de combustível de 6,4 milhões m³ e a um valor mínimo de 5,5 milhões m³. Conforme se verifica, o valor máximo é atingido através de uma variação positiva do cenário central resultado da combinação do crescimento em 5% no parque automóvel e na taxa de poupança de combustível. Pelo contrário, o valor mínimo é obtido através de uma variação negativa do cenário central resultado da combinação do decréscimo em 5% do parque automóvel e da taxa de poupança de combustível.

Podemos concluir que, face aos resultados obtidos, a combinação da variação das taxas de crescimento do parque automóvel e da poupança de combustível, resulta numa oscilação do valor associado à poupança de combustível resultante da penetração de VE no mercado de mais 443 mil m³, no melhor cenário, e de menos 437 mil m³ num pior cenário.

Tabela 5 – Análise de sensibilidade parque automóvel

		Taxa poupança combustível			
		A	B	C	D
Taxa crescimento PA	1				
	2	5.928	(5,0%) Caso base	5,0%	
	3	-5%	5.491	5.632	5.764
	4	Caso base	5.780	5.928	6.068
	5	5%	6.069	6.225	6.371

5.2.2 Análise de sensibilidade parque automóvel elétrico

A variação do número de carros elétricos irá ser determinante nos resultados obtidos em termos de poupança de combustível, visto que a transferência de consumos de combustíveis se converterá para eletricidade. Neste sentido, conforme observável na tabela 6, o cenário central é igual ao anterior (célula C4), já que a base é idêntica e tem em consideração os resultados finais obtidos com o desenvolvimento do modelo original que consta desta dissertação.

A variação do parque automóvel de veículos elétricos conduz a um valor máximo de poupança de combustível de 6,1 milhões m^3 e a um valor mínimo de 5,8 milhões m^3 . Também neste caso se verifica, que o valor máximo é atingido através de uma variação positiva do cenário central resultado da combinação do crescimento em 5% no parque automóvel de veículos elétricos e na taxa de poupança de combustível. Pelo contrário, o valor mínimo é obtido através de uma variação negativa do cenário central resultado da combinação do decréscimo em 5% do parque automóvel de veículos elétricos e da taxa de poupança de combustível.

Os resultados obtidos comprovam que a combinação da variação das taxas de crescimento do parque automóvel de veículos elétricos e da poupança de combustível, resulta numa oscilação do valor associado à poupança de combustível resultante da penetração de VE no mercado de mais 158 mil m^3 , no melhor cenário, e de menos 167 mil m^3 num pior cenário.

Tabela 6 - Análise de sensibilidade parque automóvel elétrico

		Taxa poupança combustível			
		A	B	C	D
Taxa crescimento PA EV	1				
	2	5.928	(5,0%) Caso base	5,0%	
	3	-5%	5.761	5.909	6.049
	4	Caso base	5.780	5.928	6.068
	5	5%	5.800	5.947	6.086

5.2.3 Análise de sensibilidade parque automóvel híbrido

À semelhança do ponto anterior, também a evolução do número de carros híbridos terá impacto na oscilação do valor associado à poupança de combustível resultante da penetração de novas tecnologias automóveis no mercado. Os veículos híbridos são caracterizados por funcionarem em modo elétrico e a combustão, simultaneamente, pelo que a sua evolução se traduzirá em consequências ao nível da maior ou menor procura de combustíveis. Neste caso particular, é observável na tabela 7, que o cenário central se mantém igual às anteriores análises (célula C4), tendo como base valores equivalentes e referentes aos resultados obtidos na análise principal que consta desta dissertação.

A variação do parque automóvel de veículos híbridos conduz a um valor máximo de poupança de combustível de 6,1 milhões m^3 e a um valor mínimo de 5,8 milhões m^3 . Mais uma vez, também nesta análise de sensibilidade, o valor máximo é atingido através de uma variação positiva do cenário central resultado da combinação do crescimento em 5% no parque automóvel de veículos híbridos e na taxa de poupança de combustível. Pelo contrário, o valor mínimo é obtido através de uma variação negativa do cenário central resultado da combinação do decréscimo em 5% do parque automóvel de veículos híbridos e da taxa de poupança de combustível.

Concluimos através dos resultados apresentados que a combinação da variação das taxas de crescimento do parque automóvel de veículos elétricos e da poupança de combustível, resulta numa oscilação do valor associado à poupança de combustível resultante da penetração de VE no mercado de mais 141 mil m^3 , no melhor cenário, e de menos 149 mil m^3 num pior cenário.

Tabela 7 – Análise de sensibilidade parque automóvel híbrido

		Taxa poupança combustível			
		A	B	C	D
Taxa crescimento PA HEV	1				
	2	5.928	(5,0%) Caso base	5,0%	
	3	-5%	5.779	5.927	6.066
	4	Caso base	5.780	5.928	6.068
	5	5%	5.782	5.929	6.069

Em jeito de constatações finais e, tendo presente as três análises efetuadas, verificamos que o intervalo de variação que ocorre na procura de combustíveis resultante da penetração de VE no mercado é significativamente superior no caso de uma variação do parque automóvel total, face à variação testada no parque automóvel de veículos híbridos ou de elétricos, em particular. Este facto decorre do número de automóveis híbridos e elétricos contemplado no *mix* estimado de composição do parque automóvel ser relativamente reduzido, pelo que uma oscilação positiva ou negativa em 5% não se traduz em consequências muito significativas em termos de poupança de combustíveis. No entanto, se esta variação se der no parque automóvel total o impacto ocorrido ao nível da variação na poupança de combustíveis é na ordem dos 8% face aos resultados obtidos anteriormente.

6. DISCUSSÃO

6.1 Implicações dos resultados obtidos

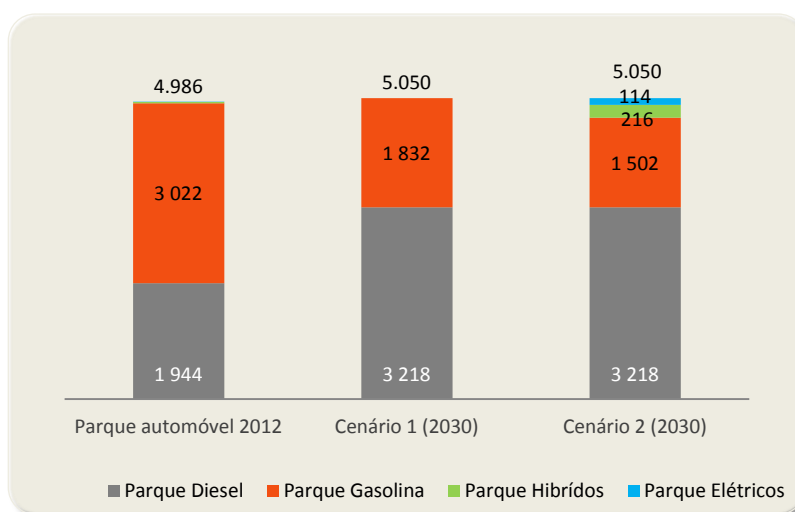
Em primeiro lugar e, à margem das análises aqui efetuadas, uma importante consideração a fazer passa pelo panorama atual de baixo nível de atividade económica, por parte das empresas, e pelo agravamento dos encargos das famílias, ao nível dos particulares, factos que conduzem a uma redução dos níveis de confiança fundamentais para o evoluir da economia. Assim, a retração da atividade económica condiciona o desenvolvimento de modelos de previsão e agrava a incerteza quanto aos eixos que definem o futuro, mesmo que a curto prazo. Tendo presente esta consideração, os resultados aqui apresentados pressupõem uma evolução normal da atividade económica e uma retoma da economia nacional, embora que numa perspetiva relativamente conservadora.

Decorre dos resultados anteriormente apresentados que o parque automóvel irá crescer dentro de duas décadas, mas não de forma significativa, prevendo-se um aumento de apenas 64 mil viaturas. A quebra no consumo privado das famílias, em particular, de bens que não são de primeira necessidade tem condicionado a evolução do crescimento das vendas do setor automóvel e a falta de confiança das famílias na atividade económica, tal como anteriormente referido, não faz prever uma retoma rápida da atividade deste setor. Por outro lado, o atual parque automóvel apresenta um nível de envelhecimento elevado, conduzindo a execução de abates sem renovação de viaturas. Atendendo a esta consideração, o papel dos organismos públicos no sentido de dinamizar a retoma do crescimento do setor automóvel e fomentar a criação de programas de incentivos ao abate de veículos em fim de vida é determinante e com consequências noutras dimensões, igualmente importantes. Por um lado, o aumento das vendas de veículos automóveis novos e, portanto, como motores mais eficientes ou até mesmo novas tecnologias de veículos, conduz a uma redução dos níveis de emissões de CO₂ bem como dos níveis de consumos de combustível, contribuindo em benefício da redução da dependência energética e do cumprimento das metas ambientais estabelecidas pela UE. Paralelamente, a dinamização da atividade do setor automóvel evita o encerramento de

empresas com as consequentes implicações ao nível do emprego e crescimento económico.

Resultou igualmente da análise efetuada na presente dissertação a alteração da composição do *mix* do parque automóvel. Por um lado, pela incorporação de novas tecnologias automóveis, híbrida e elétrica, como também, resultado da alteração da proporção de viaturas a gasóleo que passarão a ser a parcela dominante na composição do parque automóvel nacional. Esta tendência deixa antever que as necessidades dos consumidores passarão por veículos que apresentem níveis inferiores de consumos e que, portanto, a propensão para a aquisição de uma nova viatura a combustão mais eficiente poderá ser convertida para a aquisição de veículos híbridos ou elétricos assim estes vão de encontro a estas motivações, já que são uma realidade efetiva que se constata no mercado automóvel. O custo associado à fonte de energia poderá favorecer esta situação, até porque se verifica que, efetivamente, os preços do gasóleo estão previstos continuar inferiores aos da gasolina, assim como os da eletricidade.

Gráfico 20 – Comparação de cenários: parque automóvel ('000 unidades)

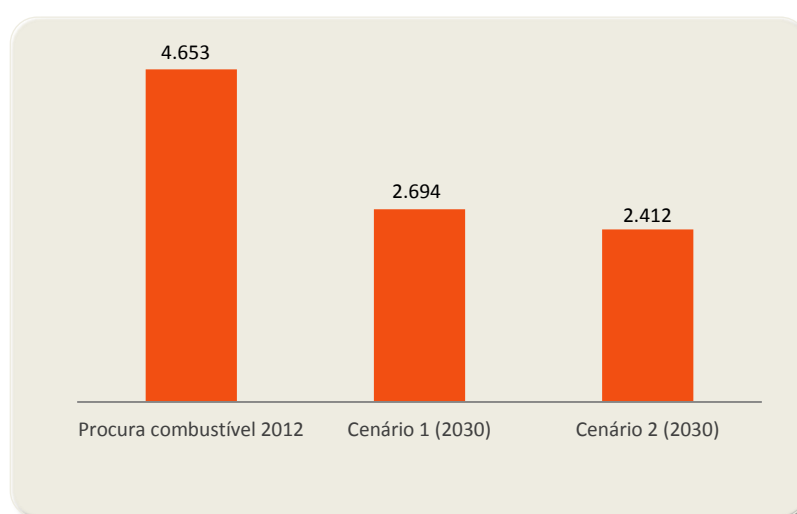


O setor automóvel é, igualmente, um dos setores mais dinâmicos em termos de evolução tecnológica, pelo que a influência desta componente é determinante para todas as considerações que se desenvolvam no âmbito deste setor. A análise aqui efetuada não pôde ser exceção, e o estudo que lhe serviu de base tem em consideração o impacto deste fator para a obtenção de resultados ao nível da poupança de combustíveis. A poupança em termos consumo automóvel aqui estimada poderá ser agravada em função

do maior ou menor investimento canalizado para o aumento da eficiência dos motores a combustão. Esta será, certamente, um meio determinante para o alcance das metas em termos de emissões de gases poluentes. Os fabricantes automóveis estão conscientes que o mercado mudou e que os consumidores continuam cautelosos e as regras ambientais são hoje mais restritivas. O desenvolvimento de políticas de incentivo ao investimento empresarial e o estabelecimento de parcerias entre a indústria automóvel e a comunidade científica serão instrumentos ao alcance dos órgãos políticos e dos construtores automóveis, respetivamente.

Tendo presente o objetivo central desta dissertação, que passa pela avaliação do impacto da entrada de VE no mercado de combustíveis em Portugal, os resultados apresentam uma tendência generalizada de quebra na procura de combustíveis. Num primeiro cenário, no qual o *mix* do parque automóvel é apenas composto por VCI, o decréscimo verificado é de 42% enquanto num segundo cenário, que contempla a incorporação de VE no *mix* do parque automóvel, a quebra verificada atinge os 49%, face a valores de 2012. Esta variação permite concluir que o impacto da entrada de VE na composição do parque automóvel para a procura de combustíveis é superior face a um cenário de apenas VCI, contribuindo de forma mais efetiva para a mitigação dos problemas associados à dependência energética, poluição atmosférica e emissões de gases poluentes.

Gráfico 21 – Comparação de cenários: procura de combustíveis ('000 m₃)



Apesar desta constatação, os resultados indiciam que a incorporação de VE no mercado far-se-á de uma forma bastante lenta, atingindo uma quota de mercado de apenas 6,5% em 2030 (330 mil veículos de um universo total de 5,1 milhões), a uma taxa na ordem dos 17% ao ano. Neste sentido, é importante referir que quanto mais elevada for a penetração de VE no mercado, maior será a diferença entre ambos os cenários e, conseqüentemente, a poupança efetiva de combustível. Assim, tendo presente as vantagens dos VE e face ao número reduzido de viaturas previstas estarem em circulação a curto-médio prazo, deverão ser desenvolvidos esforços no sentido de contornar as principais limitações apontadas a estas viaturas e fomentar o crescimento das mesmas no mercado nacional.

No capítulo de enquadramento da temática alvo de estudo da presente dissertação, fomos enumerando algumas vantagens e desvantagens dos VE bem como as diversas potencialidades que os mesmos apresentam para o mercado nacional. Na tabela seguinte sistematizamo-las recorrendo a uma análise SWOT, de forma a identificar quais são os riscos a ter em conta e os problemas a resolver, assim como as vantagens e as oportunidades a potenciar e explorar.

Tabela 8 – Análise SWOT

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> • Menores níveis de poluição atmosférica; • Menores custos de operação e manutenção; • Menor ruído associado à deslocação do veículo; • Diversidade de oferta de modelos no mercado (monovolume, familiar, entre outros); • Possibilidade de existência de incentivos à aquisição; • Maior eficiência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de aquisição elevado; • Autonomia limitada; • Tempo de carregamento de baterias; • Manutenção de problemas de congestionamento e/ou acidentes de tráfego; • Necessidade de garagem privada para carregamento de viaturas a título particular; • Tempo de vida útil/desgaste de bateria; • Ausência de <i>know-how</i> especializado por parte de mecânicos /oficinas (tecnologia recente).
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de um novo segmento de mercado com potencial de crescimento; • Dinamização do mercado do setor automóvel e criação de emprego; • Dinamização da marca Portugal enquanto país associado à inovação automóvel e eficiência energética; • Internacionalização: possibilidade de desenvolvimento de parcerias estratégicas e sinergias entre empresas nacionais e estrangeiras; • Facilidade no alcance das metas ambientais estabelecidas pela UE; • Equilíbrio da balança comercial e redução do volume de importações; • Possibilidade de armazenamento de energia para alimentar a rede de distribuição elétrica nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incerteza quanto à tecnologia a adotar; • Menores custos e maior flexibilidade por parte das alternativas existentes no mercado (VCI); • Modelo de negócio ainda indefinido; • Necessidade de modificação de comportamentos de condução e perceções relativas à mobilidade; • Necessidade de investimento avultado em infraestruturas e redes de carregamento; • Conjuntura económica desfavorável e baixo poder de compra por parte dos consumidores nacionais; • Dinamização de incentivos poderá conduzir a um aumento da utilização do transporte individual; • Incentivo à manutenção de frotas particulares e empresariais devido à retração da economia; • Crescente pressão para a utilização de transportes públicos; • Evolução do preço da eletricidade; • Novas alternativas de mobilidade com elevada propensão de crescimento (exemplo: GPL).

O cliente constitui o principal agente de decisão na adoção de VE e, consequentemente, o *driver* do seu processo de crescimento e massificação. Neste âmbito, o sucesso da implantação e crescimento dos VE no mercado nacional depende da relação entre vários agentes e da criação de sinergias entre eles no sentido de satisfazer as principais necessidades e ultrapassar as limitações atualmente existentes.

Os organismos políticos têm o dever de introduzir e fomentar o crescimento de novas formas de mobilidade que garantam não somente a definição do posicionamento de Portugal, enquanto país associado à inovação tecnológica, bem como o cumprimento de metas ambientais definidas no âmbito da UE e o abrandamento do desequilíbrio

existente na balança comercial, resultante do elevado volume de importações. Sendo o custo inicial dos VE um dos importantes fatores limitativos para a sua aquisição, a dinamização de políticas de incentivos que passam pela atribuição de subsídios na compra e benefícios fiscais é fundamental para o sucesso do crescimento de novas tecnologias automóveis mais eficientes. Estes incentivos poderão, igualmente, manifestar-se sob a forma de facilidades no estacionamento e circulação nas cidades, como por exemplo, exclusividade de estacionamento e corredores para circulação de VE. Contrariamente, deverá existir uma penalização das tecnologias tradicionais a combustão através da criação de taxas sobre emissões de VCI ou o impedimento da circulação destes dentro dos centros urbanos.

Por outro lado, é da responsabilidade dos municípios a criação e dinamização da rede de carregamento na via pública em áreas residenciais sem estacionamento privativo, contribuído para colmatar a limitação associada à necessidade de garagem privada para o carregamento de viaturas a título particular.

Por fim e, em paralelo, num cenário atual em que a crise económica conduziu a elevados níveis de desemprego, a exploração de novos segmentos de mercado poderá contrariar as tendências e assegurar a retoma do crescimento da atividade económica nacional com as consequências positivas que daí advêm e beneficiando as políticas económicas governamentais.

A indústria automóvel posiciona-se como parte integrante do processo de desenvolvimento dos VE no mercado, assegurando o investimento na melhoria das componentes tecnológicas associadas que, atualmente, constituem fortes limitações: autonomia, tempo de carregamento e desgaste de baterias. Apesar de serem esperadas evoluções significativas a estes níveis, não é expectável que em duas décadas estes desenvolvimentos sejam tais que deixem de ser consideradas limitações de ordem tecnológica. Neste sentido, o problema poderá ser contornado através de uma mudança de atitudes e comportamentos por parte do consumidor induzida pelas próprias marcas automóveis. Em primeiro lugar, por oposição à visão tradicional, os veículos deverão deixar de ser encarados como uma propriedade, mas passarem a ser uma de várias opções de mobilidade a que cada cidadão poderá recorrer mediante a sua necessidade de

deslocação. Assim, deverão ser desenvolvidas campanhas de sensibilização para a alteração de conceções associadas à causa da mobilidade sustentável e de boas práticas como o *carsharing*¹ e o *carpooling*². As dinâmicas das redes sociais, atualmente, já influenciam esta conceção, no entanto, estas são apenas motivações de carácter particular que seriam certamente aceleradas com o contributo das empresas privadas. Deverá existir uma tentativa de captação do cliente através da associação da oferta de VE a causas de responsabilidade social sustentáveis como o ambiente e a eficiência energética (níveis de emissões de CO₂, economia de combustível, entre outros), despertando e sensibilizando a consciência dos condutores para estas temáticas de forma a que estes lhe confirmem uma maior importância no momento de decisão de compra. Ainda neste âmbito, a aposta na dinamização dos modelos híbridos poderá contribuir para uma diminuição da resistência à mudança, enquanto tecnologia de transição, colmatando as limitações associadas à autonomia e necessidade de infraestrutura de carregamento.

Por fim, o crescimento da penetração de novas tecnologias no mercado potenciará um aumento da escala de produção e a consequente redução de custos de produção, de investigação e desenvolvimento para os construtores automóveis, dinamizando ainda mais o crescimento das vendas.

Assim, os resultados contemplados nesta dissertação indicam que o impacto da entrada de VE na procura de combustíveis em Portugal é bastante significativo, embora a representatividade dos mesmos no mercado atinja somente uma quota de 6,5%. Consideramos que as vantagens associadas a estas tipologias de viaturas superam em muito as suas limitações, uma vez que estas podem facilmente ser ultrapassadas e representar oportunidades para o país e para a economia nacional. Por outro lado, são meios que facilitam o cumprimento de metas ambientais, extremamente ambiciosas, assumidas por parte do governo nacional junto da UE e, em paralelo, contribuem

¹ Conceito de mobilidade que se baseia num sistema no qual cada pessoa utiliza o carro quando precisa e, no tempo restante, o carro fica disponível para outros utilizadores.

² Conceito de mobilidade que se baseia num sistema de boleia para pessoas com destinos e horários coincidentes. O objetivo é que os condutores que viajam diariamente sozinhos em carro próprio, possam partilhar o carro e os custos associados com os demais, que fazem o mesmo trajeto.

positivamente para a redução da dependência energética externa, aliviando o déficit da balança comercial. Neste sentido, recomendamos uma análise cuidada dos impactos da entrada das novas tecnologias automóveis no mercado dos combustíveis nacional, uma vez que daí poderão advir consequências bastante positivas para as principais questões energéticas nacionais, podendo estas ser potenciadas através da dinamização de meios facilitadores para a obtenção das mesmas, neste caso, os VE.

6.2 Limitações da dissertação

No desenvolvimento desta dissertação foram identificados alguns problemas cuja resolução obrigou a determinados compromissos acabando, inevitavelmente, por influenciar a qualidade dos resultados finais.

A primeira das limitações a ser enunciada e, sem qualquer dúvida, da qual deriva um maior impacto nas conclusões obtidas trata-se do desenvolvimento de um modelo de estimação da evolução da procura de combustível, aplicado ao caso português, com base num artigo científico subordinado ao mercado americano, significativamente de maior dimensão e no qual a influência das variáveis gera impactos consideráveis e, portanto, mais facilmente quantificáveis. O emprego dos pressupostos deste artigo ao mercado nacional dificulta a obtenção de resultados, em primeiro lugar, porque a evolução da penetração de alternativas ao nível da tecnologia automóvel no mercado se dá mais lentamente e, em segundo lugar, porque o impacto dessa penetração é em menor escala e, como tal, com menores repercussões na procura de combustíveis. Uma melhor adaptação das variáveis contempladas na fórmula que determina a estimativa de procura de combustíveis estabelecidas por Wang G. à realidade nacional, não só permitiria a obtenção de resultados mais precisos como também facilitaria a avaliação da quantificação do impacto na procura de combustíveis.

Apesar de termos introduzido algumas adaptações ao modelo de Wang, G. e utilizarmos maioritariamente dados de fontes oficiais adequadas à realidade nacional, assumimos como iguais dois pressupostos utilizados: a distância média percorrida e o número médio de anos de duração de um veículo. Tendo avaliado a razoabilidade da utilização destes pressupostos, tal como descrito no capítulo 4, pontos 4.1.3 e 4.1.4, não

deixamos de os questionar e assumir algumas reservas associadas a extensão geográfica dos Estados Unidos da América comparativamente com Portugal, que conduz a uma sobrevalorização do pressuposto utilizado como distância média percorrida afetando, conseqüentemente, o número médio de anos de duração de um veículo, que no presente estudo, poderia ser superior.

Por outro lado, para aferir os valores associados à poupança de combustível para cada tipologia de veículos considerada, a certa altura dos cálculos estima-se uma redução de consumos na ordem dos 28%-33% e 41%-45% para os veículos convencionais e veículos híbridos, respetivamente. Esse valor foi obtido com base nos dados do *World Energy Council* (WEC), considerando para o efeito desta dissertação o valor médio de cada intervalo. Tendo algumas reservas em relação a este pressuposto, foram desenvolvidas análises de sensibilidade de forma a minimizar o grau de incerteza e o risco associado às conclusões obtidas com base nesta variável. De igual forma, para este efeito, os valores considerados para o consumo de viaturas a gásóleo e gasolina bem como para veículos híbridos ou elétricos são valores facultados pelas marcas automóveis e, como tal, poderão ser questionados ou variáveis, na medida em que não foram obtidos com base na avaliação de uma amostra representativa de diferentes modelos, dentro de cada tipologia de automóveis, uma vez que consideramos fora do âmbito da análise contemplada nesta dissertação.

Uma outra limitação a referir passa pela categorização das tipologias de viaturas efetuada. No presente estudo, denominamos como VE o conjunto de viaturas composto por veículos híbridos, veículos híbridos *plug-in* e veículos elétricos puros, no entanto, estas tipologias apresentam particularidades e características distintas entre si e poderão servir diferentes necessidades de mobilidade. A título de exemplo, destacamos a diferença entre os veículos híbridos e veículos híbridos *plug-in* cuja autonomia em modo elétrico, atualmente bastante limitada, poderá influenciar o resultado obtidos na presente dissertação, assim seja aumentada de forma significativa. Em função dos objetivos pretendidos, necessidades existentes e do estágio de desenvolvimento tecnológico em que cada uma se encontra, o seu crescimento no mercado poderá variar, facto que influenciará as conclusões aqui obtidas. Para o objetivo final desta dissertação,

tendo em conta que este passa por dar uma visão geral do impacto da entrada destas tipologias no mercado de combustíveis como um todo, uma individualização destas tipologias não geraria grande valor acrescentado, pelo que optamos por não incluir essa mesma discriminação.

Por fim, devemos realçar o facto do modelo desenvolvido nesta dissertação avaliar diversas variáveis, tornando os resultados mais fidedignos e facilitando a obtenção de estimativas mais adequadas. No entanto, possui uma grande limitação que passa pela não contemplação do impacto do preço da eletricidade da fórmula utilizada. Ou seja, o âmbito desta análise passa por equacionar o efeito na procura de combustíveis resultante da penetração de VE no mercado, não avaliando a dependência desta penetração na variação da evolução do preço da eletricidade. No presente estudo assumimos, simplesmente, que a estimativa de evolução do número de VE no mercado já incorpora o efeito da variação do preço da eletricidade, ou seja, a procura de VE traduz eventuais variações do preço da eletricidade.

6.3 Sugestões de trabalhos futuros

O presente estudo aborda uma temática ligada a introdução de novas tecnologias automóveis e o respetivo impacto em variáveis macroeconómicas que ainda se encontra praticamente inexplorada a nível nacional pela comunidade científica. Em primeiro lugar, porque Portugal é um país relativamente pequeno e onde a adoção de novas tecnologias se faz lentamente e em pequenos nichos de mercado, o que não origina resultados significativos que motivem a comunidade científica a desenvolver estudos, antecipando possíveis tendências de mercado a curto-médio prazo. Por outro lado, a atual crise económica condiciona fortemente a evolução do consumo no geral e, em particular, de bens não essenciais, pelo que a incerteza quanto à evolução da conjuntura económica a curto prazo dificulta o desenvolvimento de modelos que conduzam a impactos expressivos. Por fim, e em muito derivado destas duas primeiras causas, as novas tecnologias automóveis ainda não são percecionadas pelos principais agentes económicos como reais ameaças aos negócios de mobilidade atualmente desenvolvidos, pelo que o interesse destas temáticas encontra-se marginalizado, não

despertando a motivação nem alertando consciências para as novas abordagens tecnológicas e para as eminentes problemáticas da sociedade moderna atual.

Apesar deste alheamento existente, é um facto que ninguém poderá contrapor que os desafios energéticos impõem-se na ordem do dia e as novas tecnologias automóveis estão presentes no mercado, sendo que o movimento será sempre de progresso, pelo que muito trabalho poderá ser desenvolvido neste âmbito, à medida que se antecipam tendências e surjam evoluções a nível político, económico e tecnológico. No seguimento dos pontos críticos discutidos neste capítulo deixamos, portanto, algumas recomendações de trabalho científico futuro:

- 1) Decorrente da nova legislação de GPL Auto (lei nº 13/2013 de 13 de janeiro) que estabelece o regime jurídico para a utilização de GPL como combustível e aproxima o regime português do vigente noutros países europeus, passou a ser permitido o estacionamento em locais fechados e abaixo do nível do solo, desde que os componentes instalados nas viaturas a GPL tenham sido aprovados e instalados de acordo com as prescrições técnicas e de modo a garantir os níveis de segurança adequados. Simultaneamente, foi abolida a obrigatoriedade de utilização de dístico identificativo, bastando uma simples vinheta.

Resultado destas alterações, que constituíam barreiras efetivas à adoção do GPL como alternativa de mobilidade por parte dos consumidores, surge assim uma necessidade de avaliação do potencial de crescimento do parque automóvel de viaturas movidas a GPL (quer por via da aquisição quer via conversão de veículos) e do impacto decorrente desta evolução na rentabilidade do comércio de GPL Auto e respetiva ameaça a negócios associados a produtos substitutos, como é o caso dos combustíveis fósseis.

Por outro lado, à semelhança da eletricidade, o GPL Auto constitui também uma alternativa energética caracterizada por ser mais amigo do ambiente, uma vez que tem emissões reduzidas de gases nocivos para a atmosfera. Neste sentido, tendo em conta o potencial aumento do número de veículos em circulação a GPL decorrente da alteração da legislação, faz sentido

perceber se este irá ter impacto no âmbito do cumprimento das metas ambientais com as quais Portugal se comprometeu junto da UE;

- 2) No desenvolvimento da presente dissertação, não foi identificada nenhuma abordagem científica quantitativa ou qualitativa ao atual condutor português. A avaliação dos utilizadores de veículos automóveis, das suas expectativas e/ou necessidades é crucial para o desenvolvimento de estratégias que vão de encontro aos objetivos pretendidos, facilitando o alcance dos mesmos. No âmbito desta dissertação, lançam-se dúvidas sobre o impacto que fatores como a expansão da rede de pontos de carregamento, a redução do preço de venda ou o aumento da autonomia das baterias poderão ter no crescimento do número de VE no mercado e, conseqüentemente, nos impactos que daí decorrem. É fundamental perceber se estes fatores terão, e a partir de que nível, alguma influência no comportamento de compra dos condutores que levem a que os VE se tornem verdadeiros produtos substitutos e alternativos ao VCI.
- 3) Os resultados deste estudo comprovam que é expectável uma introdução lenta no número de VE no parque automóvel nacional, no entanto, o investimento já efetivado pelo estado português no programa de mobilidade elétrica nacional é avultado e conduziu a que Portugal se posicionasse na vanguarda tecnológica ao nível da mobilidade elétrica, com o desenvolvimento da rede de carregamento Mobi.E. Tendo em conta a difícil situação económica em que o país se encontra e a racionalização dos investimentos e incentivos a áreas restritas e básicas, poderemos questionar até que ponto este afastamento de Portugal da inovação tecnológica associada à mobilidade elétrica e da economia de nichos de mercado conduzirá a perdas qualitativas, mais do que económicas.
- 4) Tendo presente os resultados desta dissertação, a procura de combustíveis em Portugal poderá sofrer um decréscimo resultante da introdução de VE no parque automóvel nacional nas próximas décadas, apesar destes representarem uma parcela de mercado não representativa. Assim sendo,

significa isto que as empresas petrolíferas nacionais deverão ignorar este segmento de mercado ou diversificar a sua oferta de produtos alargando-a a substitutos que poderão competir diretamente com os atuais? Neste âmbito, deverá ser avaliada se a existência de uma oferta substituta conduzirá a uma alteração do comportamento de consumo e qual o impacto dessa mesma oferta no aumento do número de clientes e na variação da rentabilidade resultante da transferência de uma oferta inicial para a outra substituta.

- 5) Apesar de não ser expectável um crescimento significativo do parque automóvel de VE e, conseqüentemente, uma redução ao nível das emissões de CO₂ resultante da queima de resíduos de VCI, estes continuarão a dominar grande parte do mercado, apesar de mais eficientes, e Portugal mantém como objetivo alcançar as metas definidas pela UE. Estes objetivos assumidos pelo governo nacional são extremamente ambiciosos e pretendem ser alcançados já no ano de 2020. Assim sendo, torna-se fundamental perceber qual a evolução que terá o mercado automóvel, se as metas previstas não forem cumpridas e quais serão as restantes alternativas reais que existem para o setor dos transportes em Portugal.
- 6) Decorre da avaliação qualitativa dos fatores críticos de sucesso dos VE, o papel preponderante dos construtores automóveis no impulsionamento do crescimento das novas tecnologias de veículos no mercado. Dadas as limitações conhecidas ao nível dos elevados custo de produção associados, que conduzem a uma evolução da procura destes modelos relativamente baixa, é importante perceber qual a proporção dos custos de produção no preço final destas viaturas e sua influência na procura, e de que forma estes custos poderão tornar inviável a comercialização de VE no mercado automóvel.

7. CONCLUSÃO

O estudo que consta da presente dissertação teve como objetivo principal avaliar o impacto da entrada de VE na procura de combustíveis, no mercado português. Para tal, tendo como base o artigo científico de Wang, G., onde consta a fórmula que determina a procura de combustíveis, foi desenvolvido um modelo de projeção dos valores da procura desde 2013 até ao ano de 2030 atendendo, principalmente, à evolução do *mix* que compõe o parque automóvel caracterizado por uma progressiva substituição dos VCI para VE. Neste âmbito, e para obter as conclusões o mais objetivas possível ao nível da avaliação do impacto da penetração destas novas tipologias de viaturas no mercado, foram desenvolvidos dois cenários em que o primeiro se caracteriza por ser totalmente composto por VCI e o segundo contempla um *mix* de VCI e VE.

Em primeiro lugar, a realização deste estudo permitiu-nos concluir que os VCI continuarão a dominar grande parte do parque automóvel em Portugal por razões históricas, económicas ou de índole tecnológica e, apesar da forte aposta nos VE, é expectável que o número de VCI continua a crescer nas próximas duas décadas e a penetração de VE no mercado se faça de forma lenta e progressiva à medida que a conjuntura económica se torne mais favorável e os desenvolvimentos tecnológicos se façam acontecer. Estes desenvolvimentos tecnológicos estarão associados ao aumento da eficiência dos motores a combustão interna, em particular, na redução dos níveis de consumo praticado e, por outro lado, no aumento da autonomia das baterias elétricas. Consequentemente, serão determinantes no nível de poupança de combustíveis bem como no crescimento da penetração dos VE no parque automóvel nacional.

Assim, e tendo em consideração que estes efeitos se encontram contemplados na metodologia adotada, os resultados obtidos comprovam que a procura de combustíveis em Portugal terá sempre tendência para diminuir. Em primeiro lugar, esta redução faz-se como consequência da redução de consumos provocada pelo desenvolvimento tecnológico e pelo aumento da eficiência dos motores a combustão. Por outro lado, resulta do facto do número de viaturas a gasóleo, portanto com menores consumos de combustível associado, apresentar uma tendência de crescimento e, inclusivamente, superar o número de viaturas existentes a gasolina. Por fim, a entrada de

VE no *mix* de automóveis que compõe o parque nacional irá permitir uma transferência de consumos para uma fonte energética alternativa como a eletricidade contribuindo, igualmente, para esta redução.

Perante o facto do objetivo principal desta dissertação incidir sobre o impacto dos VE na procura de combustíveis, e numa comparação de cenários, em que a única alteração passa pela incorporação destas tipologias de viaturas no parque automóvel, verificamos que o decréscimo de combustíveis se acentua em aproximadamente 14%, o que comprova que o efeito da entrada de VE no mercado tem um impacto mais significativo do que a simples evolução de VCI e do desenvolvimento tecnológico associado à eficiência destes motores.

O propósito desta dissertação partiu da constatação da preocupação generalizada com os principais desafios energéticos que se colocam atualmente nos mais diversos países do mundo. A dependência de fontes de energia não renováveis, a pressão e volatilidade existente sobre as cotações do petróleo nos mercados e o crescente aumento das emissões de GEE com a conseqüente ameaça para o aquecimento global do planeta, obrigam os principais decisores políticos a desenvolverem estratégias de combate às eminentes conseqüências que daqui poderão advir. Neste sentido, e tendo em conta a influência do setor dos transportes para as questões anteriormente enunciadas, os VE detêm um vasto alcance ambiental, energético, tecnológico e até mesmo económico. Assim sendo, considerámos importante perceber até que ponto a evolução destas tipologias de viaturas no mercado nacional poderá auxiliar o país no cumprimento de imposições políticas oriundas particularmente da UE, através de uma avaliação do seu impacto numa variável macroeconómica como a procura de combustíveis, que conseqüentemente terá bastante influência para a obtenção de resultados.

Deste modo, o estudo aqui presente poderá auxiliar os propósitos não só do Estado e outros decisores políticos que se deparam com estes desafios, mas também de empresas direcionadas para o comércio de *commodities* como os combustíveis ou a eletricidade, interessados em perceber se a eletricidade se posiciona efetivamente como

sendo uma alternativa de mobilidade e se a entrada neste potencial segmento de mercado se perspetiva como estratégica nos próximos anos.

Conforme referido, a análise desenvolvida comprovou que os VE se apresentam como uma solução sustentável a curto-médio prazo e com efeitos imediatos em várias dimensões, no entanto, não é observável que possam vir a representar uma fatia de mercado considerável, pelo menos, nas próximas duas décadas, o que levanta dúvidas e incertezas quanto à efetividade dos mesmos e promove a necessidade urgente de promoção de ações que potenciem o seu crescimento no mercado nacional. Em primeiro lugar, do ponto de vista energético e ambiental, é evidente que a mobilidade assente no recurso às energias de proveniência limpa como alternativa aos motores de combustão conduz ao desenvolvimento sustentável através da dinamização associada às energias renováveis e à redução dos níveis de emissões de CO₂ e de ruído urbano, já que os VE são extremamente silenciosos. No entanto, o aumento da consciência ecológica e ambiental das populações urbanas, que começam a ver na mobilidade elétrica um contributo para a sua qualidade de vida, não são fatores determinantes para a opção de compra por um VE. Por outro lado, o VE não é solução para problemas como o congestionamento, sinistralidade e consumo de espaço urbano. Efetivamente, o VE poderá até contribuir para o agravamento destas situações já que, por ser um veículo com menores custos de operação associados e impacto ambiental reduzido, poderá conduzir a um aumento da utilização do veículo automóvel de utilização individual.

Na vertente económica, o aumento do número de VE no mercado permite uma redução da dependência dos combustíveis fósseis, quer por via da maior eficiência de consumos quer pela diversificação energética e da utilização de eletricidade proveniente de fontes de energia renováveis, contribuindo assim para um equilíbrio da balança comercial, nomeadamente ao nível da redução do saldo de importações de petróleo e derivados. No entanto, atualmente, o custo de aquisição de um VE ainda é demasiado elevado condicionando a sua rentabilidade económica, expansão e, conseqüentemente, o impacto gerado. Esta limitação poderá vir a ser mitigada através do desenvolvimento de políticas de incentivo à compra e aquisição destas tipologias de viaturas por parte dos órgãos governamentais, assentes em benefícios fiscais. No entanto, estes incentivos,

ainda que tenham uma influência bastante significativa, representam um avultado nível de investimento que, dada a atual conjuntura económica, tem sido sujeito a cortes significativos fruto das políticas de emagrecimento do Estado.

Por fim, ao nível tecnológico, os VE apresentam características que permitem a maior eficiência do motor e a necessidade reduzida de manutenção. Porém, o custo da tecnologia das baterias ainda permanece elevado e a autonomia das mesmas bastante limitada. Os progressos a ambos os níveis encontram-se dependentes do investimento realizado pelos construtores automóveis e da própria evolução tecnológica dificilmente antecipada. Por outro lado, a dinamização do crescimento dos VE no mercado exige necessariamente uma rede de pontos de carregamento não só de extensão suficiente, mas também, com uma tecnologia *standard* que garanta a rapidez de carregamento e a racionalização e planeamento adequado das deslocações, o que até agora não se encontra definido.

Na sequência do descrito anteriormente e conforme comprovam os resultados desta dissertação, num futuro a curto prazo, os VE não terão grande representatividade no mercado nacional e os VCI continuarão a dominar o parque automóvel, sendo certo que a maior parcela será composta por veículos a gasóleo devido à maior eficiência dos motores ao nível do consumo verificado como também ao preço do combustível ser inferior ao da gasolina. A alteração do *mix* que compõe o parque automóvel nacional, via penetração de VE e aumento do número de viaturas a gasóleo, permitirá uma redução de 2,2 milhões m³ em cerca de duas décadas. Em termos de gasolina, verifica-se um decréscimo de procura na ordem dos 0,6 milhões m³ e, no gasóleo, este valor corresponde a 1,8 milhões m³. A procura de combustível por parte dos veículos híbridos contrabalança a redução verificada em 0,2 milhões m³. A disparidade em termos de gasóleo e gasolina resulta do facto dos veículos a gasóleo apresentarem níveis de consumo inferiores à gasolina e pelo facto do parque automóvel passar a ser composto maioritariamente por veículos a gasóleo. No que respeita aos veículos elétricos puros, o efeito direto na procura de combustíveis é nulo. O impacto destes é gerado ao nível da transferência de consumos de gasóleo e gasolina para eletricidade.

Desta forma, consideramos que os VE constituem uma forma eficaz de contornar os principais desafios energéticos que se colocam ao governo português, no entanto, enquanto não houver sinais de melhorias ao nível da conjuntura económica que garanta, por um lado, o aumento do rendimento disponível das famílias dispostas a considerar esta alternativa de mobilidade como opção e, por outro lado, enquanto não houver uma significativa evolução ao nível da autonomia das baterias que permita uma comparação entre os VE e os VCI, a sua representatividade no mercado nacional é diminuta.

Neste âmbito, para as empresas a operar no sector energético, não se vislumbra que a eletricidade possa constituir uma ameaça enquanto alternativa de mobilidade para os combustíveis rodoviários. Assim, uma abordagem ao negócio da mobilidade elétrica terá de ser encarado enquanto nicho de mercado cuja probabilidade de crescimento nas próximas décadas é reduzida.

Por fim, resulta da presente dissertação algumas considerações que gostaríamos de salientar. Em primeiro lugar, a atual tendência de decréscimo do setor automóvel terá de ser invertida sendo decisivo o desenvolvimento de medidas que potenciem dinâmicas de incremento no volume de vendas. Por outro lado, os consumidores apresentam cada vez mais uma necessidade de veículos que apresentem características de motor mais eficiente, mais concretamente, níveis de consumo mais reduzidos. Neste âmbito, os construtores automóveis têm vindo a investir, particularmente, no aumento da eficiência dos motores a combustão, igualmente impulsionada pela normativas regulamentares que surgem a este nível. Por fim, as novas tecnologias automóveis deverão ser fortemente dinamizadas e, neste sentido, o papel dos decisores políticos e dos construtores automóveis é fundamental para alavancar este crescimento.

Entendemos, portanto, deixar como advertência futura que apesar dos dados obtidos demonstrarem que os VE não terão a capacidade de determinar as tendências de mercado num futuro próximo, consideramos que a inovação tecnológica associada ao setor automóvel, em particular, impulsionada pelas grandes marcas internacionais e a necessidade gradual de alteração dos hábitos e comportamentos por parte dos condutores, mais sensibilizados para as questões associadas ao preço dos combustíveis e, fundamentalmente, para a necessidade de poupança, decorrente da atual crise

económica nacional, poderão levar a alterações significativas nas tendências atuais tornando estes veículos mais atrativos e competitivos enquanto meio de transporte. É, portanto, fundamental estar atento às dinâmicas do mercado de forma a identificar e avaliar permanentemente as necessidades dos clientes, potenciando vantagens competitivas e desenvolvendo propostas de valor diferenciadoras e que garantam capacidade de resposta e adaptação às circunstâncias do mercado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACAP: Associação Automóvel de Portugal “Auto Informa – Parque Automóvel em Portugal 2010”
<http://www.autoinforma.pt/estatisticas/estatisticas.html?MIT=36458> [25 de maio de 2013];
2. Agência Portuguesa do Ambiente (2012) *Relatório do Estado do Ambiente 2012*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P;
3. Al-Alawi, B.; Bradley, T. (2013) “Review of hybrid, plug-in hybrid, and electric vehicle market modeling Studies” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 21, 190-203;
4. Assembleia da República (2013) *Lei nº 13/2013 de 31 de janeiro*; Diário da República;
5. Baptista, P. C.; Silva, C. M.; Farias, T. L.; Heywood, J. B. (2012) “Energy and environmental impacts of alternative pathways for the Portuguese road transportation sector” *Energy Policy*. 51, 802-815;
6. Baptista, Patrícia C. (2011) *Evaluation of the impacts of the introduction of alternative fuelled vehicles in the road transportation sector*. Tese de doutoramento em Sistemas Sustentáveis de Energia. Instituto Superior Técnico;
7. BCG, The Boston Consulting Group (2010) *Batteries for electric cars: challenges, opportunities and the outlook to 2020*;
8. Brons, M.; Nijkamp, P.; Pels, E.; Rietveld, P. (2006) “A Meta-analysis of the Price Elasticity of Gasoline Demand. A System of Equations Approach”. *Tinbergen Institute Discussion Paper 106/3*. The Netherlands;
9. Business Monitor (2013) *BMI Comparative Data – Auto*
<http://www.businessmonitor.com/> [16 de junho de 2013];
10. Camus, C.; Farias, T.; Esteves, J. (2011) “Potential impacts assessment of plug-in electric vehicles on the Portuguese energy market” *Energy Policy*. 39, 5883-5897;

11. Davis, S.C.; Diegel, S.W.; Boundy, R.G. (2009) "Transportation Energy Data Book, 28th edition" *Oak Ridge National Laboratory*
<http://cta.ornl.gov/data/tedb28/Edition28%20Full%20Doc.pdf> [5 de março de 2010];
12. Dijk, M.; Orsato, R.; Kemp, R. (2012) "The emergence of an electric mobility trajectory" *Energy Policy*. 52, 135-145;
13. Direção-Geral de Energia e Geologia (2013) *Estatísticas Petróleo e Derivados – Vendas de Combustíveis*, <http://www.dgeg.pt/> [21 de março de 2013];
14. Direção-Geral de Energia e Geologia (2013) *Fatura Energética Portuguesa 2012*, <http://www.dgeg.pt/> [15 de maio de 2013];
15. Egbue, O.; Long, S. (2012) "Barriers to widespread adoption of electric vehicles: an analysis of consumer attitudes and perceptions" *Energy Policy*. 48, 717-729;
16. Eurostat (2013) *Statistics – Main Tables*
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables
[maio, junho e julho de 2013];
17. Galp Energia <http://www.galpennergia.com/PT/Paginas/Home.aspx> [junho e julho de 2013];
18. Gärling, A.; Thøgersen, J. (2001) "Marketing of electric vehicles" *Business Strategy and the Environment*. 10, 53-65;
19. Hidrue, M. K.; Parsons, G. R.; Kempton, W.; Gardner, M. P. (2011) "Willingness to pay for electric vehicles and their attributes" *Resource and Energy Economics*. 33, 686-705;
20. Instituto da Mobilidade dos Transportes (2013) *Guia de Economia de Combustíveis*
<http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Veiculos/EconomiaCombustivel/Paginas/EconomiadeCombust%c3%advel.aspx> [10 de junho de 2013];
21. Instituto Nacional de Estatística (2012) *Estatísticas dos Transportes 2011*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística;
22. Instituto Superior Técnico (2010) *Scenarios of introducing new vehicle and fuel technologies in the Portuguese road transportation sector*. Lisboa: IST;

-
23. Lopes, Mafalda R. M. M. (2011) Avaliação do potencial de difusão do veículo elétrico na Área Metropolitana de Lisboa. Tese de mestrado em Energia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa;
 24. math.info
<http://www.apprendre-math.info/portugal/historyDetail.htm?id=Gompertz> [24 de julho de 2013];
 25. Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento (2010) *DL nº 39/2010 de 26 de Abril*, Diário da Republica;
 26. Ministério das Finanças (2013) “*Documento de Estratégia Orçamental 2013-2017*”
<http://www.portugal.gov.pt/pt/os-ministerios/ministerio-das-financas/documentos-oficiais/20130430-mef-deo.aspx> [15 de maio de 2010];
 27. Mobi. E <http://www.mobie.pt/> [maio de 2013];
 28. Nissan <http://www.nissan.pt/PT/pt/vehicle/electric-vehicles/leaf.html> [11 de junho de 2013];
 29. Parlamento Europeu (2009) *Directiva 2009/28/CE*, Jornal Oficial da União Europeia;
 30. Parlamento Europeu “Atualidade”
<http://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/content/20130419STO07458/html/Eurodeputados-aprovam-novas-regras-para-reduzir-a-emiss%C3%A3o-de-CO2-nos-autom%C3%B3veis> [23 de junho de 2013];
 31. PORDATA “Preços médios de venda ao público dos combustíveis líquidos e gasosos – Continente em Portugal”
<http://www.pordata.pt/Portugal/Precos+medios+de+venda+ao+publico+dos+combustiveis+liquidos+e+gasosos+%20+Continente-1265> [09 de junho de 2013];
 32. Presidência do Conselho de Ministros (2013) *Resolução do Conselho de Ministros nº20/2013 Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER)*; Diário da República;

-
33. Richardson, D. (2013) "Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, impacts and renewable energy integration" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19, 247-254;
 34. Steinhilber, S.; Wells, P.; Thankappan, S. (2013) "Socio-technical inertia: understanding the barriers to electric vehicles" *Energy Policy*. 60, 531-539;
 35. Tate, E.D.; Harpster, O.; Savagian, Peter J. (2008) "The electrification of the automobile: from conventional hybrid, to plug-in hybrids, to extended- Range electric vehicles" in *SAE International 2008 World Congress*. Detroit, Michigan 14-17 Abril 2008. EUA: SAE International;
 36. Toyota http://www.toyota.pt/cars/new_cars/prius/ [11 de junho de 2013];
 37. Toyota http://www.toyota.pt/cars/new_cars/prius-plugin/index.tmx [11 de junho de 2013];
 38. Turton, H.; Moura, F. (2008) "Vehicle-to-grid systems for sustainable development: an integrated energy analysis" *Technological Forecasting & Social Change*. 75, 1091-1108;
 39. Veredict Retail Service (2013) *Interactive Data – Vehicle Parc Database*, <https://service.verdictretail.com/verdict/> [13 de junho de 2013];
 40. Wang, G. (2011) "Advanced vehicles: Costs, energy use, and macroeconomic impacts" *Journal of Power Sources*. 196, 530-54;
 41. Wang, M.; Huo, H.; Johnson, L.; He, D. (2006) "Projection of Chinese Motor Vehicle Growth, Oil Demand, and CO2 Emissions through 2050", *Argonne National Laboratory, Energy System Division*. United States of America;
 42. Ward, J.; Moawad, A.; Kim, N.; Rousseau, A. (2012) "Light-duty-vehicle fuel consumption, cost and market penetration potential by 2020" in *EVS26 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium*. Los Angeles, California 6-9 de maio de 2012;
 43. Wolfarm MathWorld <http://mathworld.wolfram.com/GompertzCurve.html> [24 de julho de 2013];
 44. World Energy Council (2011) *Global Transport Scenarios 2050*. London: World Energy Council.