

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Evolução da Eletrificação Automóvel em Portugal

Tiago João Antunes Garrido

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientadora:

Professora Doutora Mónica Meireles,

ISCTE Business School, Departamento de Economia

Co-orientador:

Professor Doutor Daniel Magueta,

Universidade de Aveiro, ESTGA

outubro, 2022



Departamento de Economia

Evolução da Eletrificação Automóvel em Portugal

Tiago João Antunes Garrido

Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência

Orientadora:

Professora Doutora Mónica Meireles,

ISCTE Business School, Departamento de Economia

Co-orientador:

Professor Doutor Daniel Magueta,

Universidade de Aveiro, ESTGA

outubro, 2022

Agradecimentos

A realização desta tese começou há quase 30 anos, com a paixão que desde muito novo comecei a sentir pelo setor automóvel.

Para tal contribuiu o meu avô que desde cedo me levava para as garagens da padaria e me ensinava a cuidar e a tratar dos carros e carrinhas como se de pessoas se tratassem.

Contribuíram os meus pais que me ouviam vezes sem conta a dizer as marcas dos carros que passavam na rua, que em todos os natais fomentavam o meu gosto ao me oferecer sempre mais um carro para a coleção e me apoiaram de todas as formas para a realização deste mestrado.

Por outro lado, tiveram de me compreender os meus irmãos que para mim uma brincadeira muitas das vezes teria de envolver carros e parecia ser o único assunto de que percebia.

Quero ainda agradecer aos meus restantes avós, pelas conversas que tivemos e pela paciência que tinham para mim por em qualquer parque onde íamos me verem sempre agarrado a um carro enquanto outras crianças faziam fila para também andar.

Por fim, agradecer à minha orientadora e co-orientador, Professora Doutora Mónica Meireles e Professor Doutor Daniel Magueta, por toda a atenção e apoio despendido ao longo desta dissertação.

Resumo

Com o intuito de fazer face às cada vez maiores emissões de gases nocivos à saúde do ser humano e com o propósito de melhorar a qualidade do ar da atmosfera, o Homem tem procurado novas soluções que permitam diluir o penoso efeito das alterações climáticas.

Por esta razão, diversos países têm-se aliado à indústria automóvel no sentido de desenvolver novas políticas de incentivo à aquisição de veículos elétricos (VE), adotando medidas nos seus Orçamentos de Estado com vista a tornar o mundo mais verde e ecológico, para que estas viaturas possam ganhar quota de mercado e com isso reduzir o número de viaturas que mais emitem gases com efeito de estufa, os chamados veículos a combustão interna (ICEV).

A literatura recente na área revela que a eletrificação tem-se vindo a tornar a principal referência e foco de investimento do setor automóvel. O aumento da autonomia das baterias, redução do tempo de carga, o aumento do seu desempenho e os custos de aquisição atrativos e competitivos tem tornado os VE uma solução cada vez mais viável na mente do consumidor.

Como tal, é essencial perceber de que forma esta solução automotiva veio para ficar, analisar como tem evoluído este mercado e como se pode tornar a solução ideal num mundo mais alerta para as questões ambientais e de sustentabilidade.

Neste sentido, esta dissertação tem como objetivo primordial analisar a evolução do mercado da eletrificação automóvel em Portugal e analisar se os VE podem ou não passar a ser substitutos dos ICEV.

Por fim, intenta-se com este estudo, verificar se barreiras como o preço de aquisição superior face aos ICEV, o tempo de carregamento de baterias e a limitação de autonomia deixaram de ter tanta preponderância na mente do consumidor e se fatores como os maiores incentivos fiscais, os benefícios a médio/ longo prazo com a utilização dos VE, a contribuição para um meio ambiente mais sustentável e o aumento dos seus desempenhos passaram a contribuir para a mudança de comportamento dos consumidores.

Palavras-chave: Veículos Elétricos (VE), Eletrificação, Indústria Automóvel, Veículos 100% Elétricos (BEV), Veículos Híbridos Plug-In (PHEV), Veículos a Combustão Interna (ICEV) e Custo-Benefício Veículos Elétricos.

Abstract

In order to cope with the increasing emissions of gases that are harmful to human health and to improve the quality of the air in the atmosphere, man has been seeking new solutions to dilute the painful effect of climate change.

For this reason, several countries have joined the automotive industry in developing new policies to encourage the acquisition of electric vehicles (EV), adopting measures in their State Budgets in order to make the world greener and more ecological, where these vehicles may gain market share and thereby reduce the number of vehicles that emit more greenhouse gases, the so-called internal combustion vehicles (ICEV).

Current literature reviews reveal that electrification has become the main reference and investment focus of the automotive sector. Increased battery autonomy, reduced charging time, increased performance and attractive and competitive purchase costs have made EVs an increasingly viable solution in the consumer's mind.

Therefore, it is essential to understand how this automotive solution is here to stay, to analyse how this market has evolved and how it can become the ideal solution in a world more alert to environmental and sustainability issues.

Fos this purpose, this dissertation has the main objective to analyse the evolution of the automotive electrification market in Portugal and to analyse if EVs can become perfect substitutes for ICEVs.

Finally, it aims to verify whether barriers such as the higher acquisition price compared to ICEVs, the battery charging time and the range limitation no longer have so much preponderance in the consumer's mind and whether factors such as the higher tax incentives, the medium/ longterm benefits with the use of EVs, the contribution to a more sustainable environment and the increase of their performance contributed to changing consumer behaviour.

Keywords: Electric Vehicles (EV), Electrification, Automotive Industry, Battery Electric Vehicle (BEV), Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV), Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV), Benefit cost electric vehicles

Índice

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	III
Abstract.....	V
Índice.....	VII
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Tabelas.....	XI
Abreviaturas e Siglas.....	XIII
1. Introdução.....	Erro! Marcador não definido.
1.1. Breve História do Mercado Automóvel.....	1
1.2. Ressurgimento da Eletrificação Automóvel.....	1
1.3. Tipologia de Viaturas Elétricas.....	4
1.4. Indicadores de Evolução do Setor.....	4
1.5. Fatores que têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel.....	6
1.6. Baterias.....	8
1.7. Custo Benefício dos VE.....	8
1.8. VE como substitutos dos ICEV.....	10
2. Objetivos do Estudo e Questões de Investigação.....	13
2.1. Estudo da Evolução da Quota de Mercado dos VE em Portugal – Resposta à QI 1.....	14
2.2. Dados fornecidos pela ACAP.....	23
3. Metodologia.....	27
3.1. População Alvo e Caracterização da Amostra.....	27
3.2. Recolha de dados e Questionário.....	28
3.3. Escalas e Variáveis Adotadas.....	28
4. Aplicação de Métodos Económétricos.....	31
4.1. Análise de resultados do questionário – Resposta à QI 2.....	31
5. Aplicação do Modelo Económico.....	35
5.1. Regressão Ordinal Logit.....	35
6. Conclusões e Limitações.....	43
Referências Bibliográficas.....	46
Anexos.....	50

Índice de Figuras

Figura 1 - Projeção de vendas de viaturas elétricas no Mundo até 2040.	5
Figura 2 - Evolução anual de vendas de carros ligeiros de passageiros elétricos em Portugal.....	6
Figura 3 - Vendas de Veículos Híbridos (PHEV/HEV) em Portugal no período 2010-2020.....	14
Figura 4 - Vendas de Veículos 100% Elétricos (BEV) em Portugal no período 2010-2020.....	15
Figura 5 - Percentagem de Vendas de Elétricos (BEV) e Híbridos (PHEV/HEV) em Portugal no período 2015-2020.....	15
Figura 6 - Percentagem de Vendas de Veículos 100% Elétricos (BEV) na Europa no período 2017-2020.....	16
Figura 7 - Percentagem de Vendas de Híbridos (HEV) na Europa no período 2017-2020.....	17
Figura 8 - Número de BEV e PHEV vendidos em 2021.....	17
Figura 9 - Comparativo de vendas de BEV e PHEV em Portugal no triénio 2019 a 2021.....	18
Figura 10 - Vendas de PHEV em Portugal no triénio 2019 a 2021.....	19
Figura 11 - Vendas de BEV em Portugal no triénio 2019 a 2021.....	19
Figura 12 - Quota de Mercado de Veículos Elétricos em Portugal em 2021.....	20
Figura 13 - Variação de Vendas VE (BEV+PHEV) de 2020 para 2021.....	20
Figura 14 - Variação de Vendas ICEV de 2020 para 2021.....	21
Figura 15 - Variação de Vendas BEV de 2020 para 2021.....	22
Figura 16 - Vendas em novembro por Tipo de Energia.....	23
Figura 17 - Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal (Por tipo de energia) em Percentagem.....	24
Figura 18 - Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal (Por tipo de energia) em valores unitários.....	25

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Variável e Pergunta que dão resposta à Questão de Investigação 2.....	29
Tabela 2 - Tratamento dos dados relativos à pergunta “Se sim, que fatores mais contribuem para a vontade de adquirir esta tipologia de viaturas?”	32
Tabela 3 - Resumo de Processamento do Caso	35
Tabela 4 - Resultados dos Modelos 1 e Modelo 2.....	38
Tabela 5 - Efeitos Marginais Modelo 1.....	39
Tabela 6 - Efeitos Marginais Modelo 2.....	40
Tabela 7 - Qualidade predita dos modelos	41

Abreviaturas e Siglas

ACAP	Associação do Comércio Automóvel de Portugal
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i> (Veículo Elétrico a Baterias)
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i> (Veículo Elétrico Híbrido)
I&D	Investigação e Desenvolvimento
ICEV	<i>Internal Combustion Engine Vehicle</i> (Veículo com Motor a Combustão Interna)
ISV	Imposto Sobre Veículos
IUC	Imposto Único de Circulação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PHEV	<i>Plug-In Electric Vehicle</i> (Veículo Elétrico Híbrido Plug-In)
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i> (Custo Total de Propriedade)
UE	União Europeia
VE	Veículos Elétricos

1. Introdução

1.1. Breve História do Mercado Automóvel

No decorrer do ano de 1672, Ferdinand Verbiest decide criar, aquela que é considerada a primeira viatura movida a vapor, que veio impulsionar a criação de novos protótipos de viaturas que mais tarde se viriam a chamar de automóveis (Guarnieri, 2012).

No entanto, só no decorrer do ano de 1834, o americano Thomas Davenport criou o primeiro veículo elétrico (VE), quase cinquenta anos antes de em 1886 ser fabricado pela primeira vez um veículo com motor de combustão interna (ICEV), a gasolina. O autor desta criação, Karl Friedrich Benz, marcou o início da indústria automóvel, dando nome à conceituada marca automóvel, *Mercedes-Benz* (Pope, 1891; Adler, 2008; Helmers, et al., 2012).

No início do séc. XX, os VE apresentavam uma considerável quota de mercado até que Henry Ford com o famoso Ford T implementou pela primeira vez as revolucionárias linhas de produção em série, o que permitiu que com menos recursos humanos e em menos tempo, se passasse a produzir uma maior quantidade de viaturas, reduzindo assim os custos de produção, tornando, por conseguinte, o preço mais acessível (Long, 2016; Helmers et al., 2012).

Por esta razão, começa o declínio das VE, que apesar de numa perspetiva ambiental não emitirem gases nocivos e poluentes, deixaram de ser competitivas quando comparadas com a produção em massa e os preços mais baixos apresentados pelos ICEV (Chan, 2012; Helmers et al., 2012).

1.2. Ressurgimento da Eletrificação Automóvel

Após várias décadas de ausência de eletrificação no panorama automobilístico e com fatores como o agravamento da poluição ambiental nas principais metrópoles e a crise petrolífera instalada (inícios da década de 70), tornou-se urgente a necessidade de criar novas soluções para além dos ICEV (Cowan & Hultén, 1996).

Muito embora na década de 70 e 80 se tenha aprofundado o conhecimento sobre os veículos a hidrogénio, esta solução não vingou, sendo que nos anos 90, a eletrificação voltou a ganhar preponderância no setor automóvel (Bakker & Farla, 2015).

A partir do final do séc. XX, a indústria automóvel começou a sofrer fortes mudanças, relacionadas com os ambiciosos objetivos ambientais estabelecidos pelas principais organizações mundiais (ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), pela urgente necessidade de criar novas soluções em alternativa ao uso de combustíveis fósseis e devido à Lei das Emissões Zero fortemente defendida e apoiada pelo governo californiano (Helmerts & Marx, 2012).

A partir de 1998 a Comissão Europeia (CE) tem estabelecido objetivos de redução das emissões de CO₂ nas viaturas novas, passando de 174 CO₂ g/km no ano de 1995, para 130 g em 2015, 95 g em 2021 e desde o escândalo do *Diesalgate* 80 g para 2025 e 60 g para 2030. Se estas metas não forem atingidas, a indústria automóvel poderá sofrer penalizações anuais de aproximadamente 31 mil milhões de euros (Pardi, 2021).

Por exemplo, na Alemanha 60% das emissões de gases nocivos para a atmosfera é realizada por automóveis, o que representa bem a importância que o setor tem para o futuro do planeta (Helmerts & Marx, 2012).

Se até 2010 foram registados a nível mundial 16 mil BEV, sendo que 6 mil foram só nesse ano, nos anos vindouros houve um crescimento abrumador do número de automóveis de passageiros elétricos registados, “36 mil em 2011, 58 mil em 2012, 112 mil em 2013, 191 mil em 2014, 325 mil em 2015, 466 mil em 2016 e 759 mil em 2017”. Verificou-se um aumento generalizado nas vendas de BEV que teve por base o crescimento na produção destes veículos na China, sendo o país responsável por 60% dos BEV fabricados globalmente. A frota de veículos produzidos a nível mundial foi de “16 mil em 2010, 55 mil em 2011, 113 mil em 2012, 227 mil em 2013, 420 mil em 2014, 740 mil em 2015 e mais de 1,2 milhões em 2016” (Gis & Merksiz, 2019).

Segundo Casper & Sundin (2021), no ano de 2017 registou-se pela primeira vez a venda de um milhão de VE, sendo que 60% destas vendas foram realizadas na China. Prevê-se que em 2030 cerca de 20% das viaturas novas vendidas sejam elétricas e em 20 anos, o valor seja superior em 5%.

Com um forte apoio dos principais líderes políticos e com cada vez mais marcas a apontar para o fim da produção de ICEV, as BEV ganham hoje uma preponderância relevante, levando os grandes fabricantes de automóveis internacionais a investir verbas elevadas em I&D quer ao nível de novos processos de produção, como também ao nível do desenvolvimento de baterias mais eficazes, duradouras e ecológicas, que permitam aos BEV ter mais autonomia e ser mais atrativos e competitivos no mercado. Casper & Sundin (2021), as medidas implementadas na UE entre 2015 e 2021 com vista à redução das emissões de CO₂ para a atmosfera provocaram reduções de 18% a 40%

das emissões de gases poluentes para a atmosfera, quando comparado com o ano de 2007.

A eletrificação automóvel está a aumentar e muitos países têm estabelecido metas para o fim dos ICEV. A Noruega e os Países Baixos pretendem que até 2025 100% dos veículos a circular nos respetivos países sejam VE. A Alemanha, Grã-Bretanha e França têm como objetivo a proibição e extinção de ICEV até 2040. Por seu turno, na China em 2018 vendeu-se quase metade do total de VE do mundo, 1,1 milhões de viaturas, tendo a Europa e os EUA obtido em conjunto um total de 40% dos VE vendidos a nível mundial (380 000 e 375 000, respetivamente) (Crabtree, 2019).

Por estas razões são várias as marcas que se têm desenvolvido no sentido de passar a integrar a eletrificação nas suas gamas de viaturas e muitas delas até extinguir a produção de viaturas ICEV:

- A General Motors quer a sua gama de veículos seja 100% elétrica até 2023;
- A Toyota, Mazda e Denso estão a criar em parceria tecnologias de ponta para VE;
- O Grupo Daimler AG (Mercedes-Benz, Smart, ...) pretende tornar-se 100% elétrica até 2022 (objetivo não atingido devido às consequências da COVID-19, da crise dos chips e dos efeitos da guerra na Ucrânia);
- A Aliança Renault, Mitsubishi e Nissan planeia lançar 12 novas VE até 2022 (objetivo não atingido devido às consequências da COVID-19, da crise dos chips e dos efeitos da guerra na Ucrânia);
- O Grupo Jaguar Land Rover pretende que a partir de 2020 a sua gama seja toda elétrica (objetivo não atingido devido às consequências da COVID-19 e da guerra na Ucrânia);
- A Volvo pretende eletrificar toda a sua gama até 2030;
- O Grupo Volkswagen (VW, Audi e Porsche), pretende ter uma versão elétrica por cada modelo até 2030 (Casper & Sundin, 2020).

Os VE representam o presente e o futuro da indústria automóvel, ao revolucionar as ideias pré-concebidas sobre tipos de combustível, emissões de gases nocivos para a atmosfera, manutenção, custos e práticas de condução. Se hoje em dia o principal foco se prende com a descarbonização de modo a reverter o mais rápido possível as

alterações climáticas, no futuro poder-se-á ver os VE numa vertente mais económica, uma vez que a tendência é os VE virem a ser mais baratos e obter melhores desempenhos que os ICEV (Crabtree, 2019).

1.3. Tipologia de Viaturas Elétricas

Com o aumento da quota de mercado das VE, há cada vez mais soluções colocadas à disposição do consumidor e que se adequam ao estilo de condução ou de rotas que o condutor adota no seu dia a dia.

Por essa razão, existem, três tipos de VE:

- **Veículos Elétricos Híbridos (HEV):** São viaturas que se caracterizam por ter duas fontes de energia – gasóleo/gasolina e eletricidade. Neste tipo de veículos, o arranque solicita o motor elétrico e quando atinge certa velocidade ativa o motor a combustão (gasóleo ou gasolina). Apesar de serem veículos com uma reduzida autonomia (<50km), a conjugação dos dois motores faz aumentar o alcance do veículo, sendo que o carregamento da bateria elétrica se dá pela regeneração da energia gerada pelo sistema de travagem da viatura. (Setiawan, 2019)
- **Veículos Híbridos Plug-In (PHEV):** Esta tipologia de VE é em tudo idêntica aos HEV, sendo que também possui dois motores (gasóleo/gasolina e eletricidade), porém a diferença prende-se com o facto da bateria elétrica ser carregada por tomada elétrica e, por isso, ter mais autonomia (aproximadamente 50km). (Setiawan, 2019)
- **Veículos a Bateria Elétrica (BEV):** Viaturas 100% elétricas e que fazem uso de um motor elétrico que funciona através da energia contida nas suas baterias. Estas viaturas apresentam cada vez maiores autonomias, estando neste momento entre intervalos de 300-500km. As grandes vantagens desta tipologia de viaturas são o facto de não serem poluentes e nocivas para o meio ambiente, serem menos dispendiosas (o preço da eletricidade é mais barato que o dos combustíveis fósseis), terem custos de manutenção mais reduzidos e serem ideais para pequenos trajetos diários (Setiawan, 2019).

1.4. Indicadores de Evolução do Setor

Com o ressurgimento da eletrificação automóvel, surgem novas questões quer ao nível da adaptação do próprio setor automóvel à realidade atual, quer para o próprio

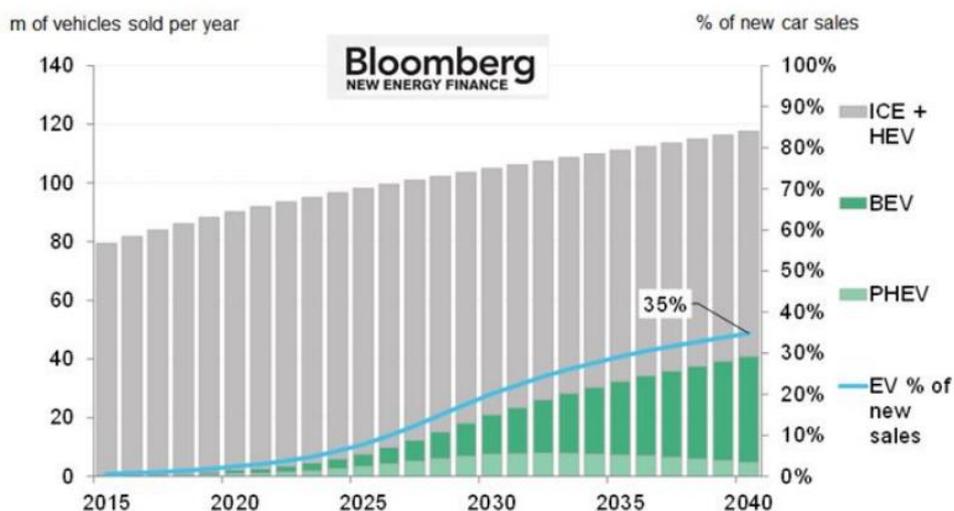
consumidor que tem agora uma panóplia de opções mais atrativas, com melhores desempenhos, com uma cada vez melhor relação custo-benefício e que vai de encontro ao desenvolvimento sustentável do planeta.

Importa perceber como a eletrificação está a ganhar relevância no setor automóvel quer a nível global como em Portugal para entender de que forma o consumidor olha para esta alternativa, quais os principais motivos que o levam a adquirir esta tipologia de viaturas e de que forma encara estas alternativas como substitutos das viaturas a combustão.

Tendo por base a projeção da *International Energy Agency's*, em 2030 a venda de VE novos na China atingirá 28%, na Europa 26% e nos EUA 8% (Crabtree, 2019).

Segundo MacDonald (2016), em 2040, 35% das vendas globais de veículos novos irão ser veículos elétricos. Mesmo que o preço dos combustíveis fósseis reduza (o que não é provável), a sucessiva redução do preço das baterias levará a que o Total Cost of Ownership (TCO) dos BEV passe a ser inferior ao dos ICEV a partir de 2025. O estudo da Bloomerang New (2016), indica-nos que em 2040, a venda de BEV poderá atingir os 41 milhões, o que representa um aumento 90 vezes superior ao ano de 2015.

Figura 1 - Projeção de vendas de viaturas elétricas no Mundo até 2040.



Fonte: Veículos elétricos representarão 35% das vendas globais de carros novos até 2040. (2016, 25 Fevereiro). Acedido em: <https://www.bloomberg.com.br/blog/veiculos-eletricos-representarao-35-das-vendas-globais-carros-novos-ate-2040/>

Segundo Nunes (2021), a forte aposta das marcas automóveis nas suas versões elétricas fazem com que a venda de viaturas a combustão se reduza cada vez mais.

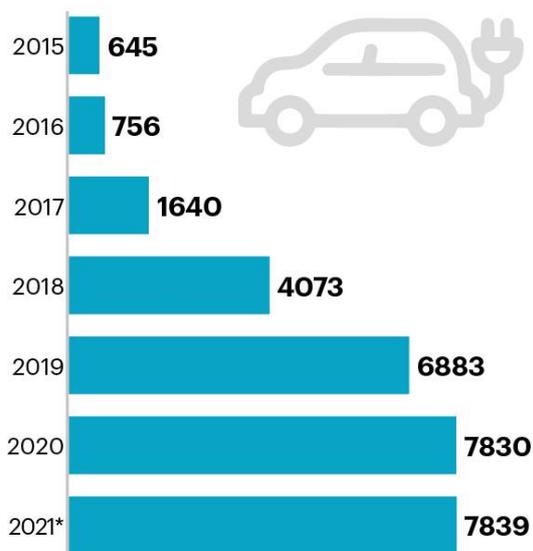
Em 2020, o setor sofreu fortemente com a pandemia COVID-19, e em 2021 a indústria automóvel suportou um forte abalo com a falta de semicondutores que impossibilitaram a produção de mais viaturas.

No entanto, ainda assim, nesse ano e até setembro foram vendidos mais BEV ligeiros de passageiros do que em todo o ano de 2020.

Figura 2 - Evolução anual de vendas de carros ligeiros de passageiros elétricos em Portugal.

Evolução das vendas de carros ligeiros de passageiros elétricos

Em unidades



* Até setembro

Fonte: ACAP

Fonte: ACAP

Tendo em conta este contexto, torna-se premente a análise do mercado das viaturas eletrificadas, a fim de perceber a mudança de comportamento do consumidor que tem motivado este contraciclo dos ICEV, que imperaram no setor automóvel durante largas décadas.

1.5. Fatores que têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel

De modo a impulsionar a venda de VE é essencial ter em conta 4 intervenientes: “os fabricantes automóveis, os consumidores, os diversos governos a nível mundial e os fornecedores de infra-estruturas necessárias”, conforme mencionou Bakker et al., (2014).

Para esta solução ser atrativa para o consumidor foi necessário haver políticas de incentivo (soluções de financiamento, apoios, isenção de impostos, estacionamento gratuito, ...), estudar quais as motivações que levam os consumidores a optar por este tipo de alternativa e perceber quanto estão dispostos a pagar por ela (Bakker & Farla, 2015).

Na Suécia, onde muitos especialistas ambientais consideram que os VE se podem facilmente adaptar ao país (Bakker & Farla, 2015), os principais fatores que têm inviabilizado o objetivo de atingir 1 milhão de VE até 2030 são: “falta de infra-estruturas de carregamento, instrumentos políticos desequilibrados, desenvolvimento tecnológico incerto, preço de compra elevado e divulgação de informação incorreta” (Westerlund, 2021).

No artigo *The rise of electric vehicles – 2020*, onde são realizadas as principais projeções sobre a eletrificação automóvel no mundo, é referido que os principais entraves à compra de VE são: “ceticismo em relação às novas tecnologias, a falta de infra-estruturas de carregamento, os preços de compra elevados e as restrições de entrega”.

No estudo *Recent changes related factors and policy implications*, os três fatores que mais têm contribuído para a compra de VE são: “a implantação de infra-estruturas de carregamento, os instrumentos políticos de apoio aos consumidores e o marketing à medida para potenciais compradores de automóveis elétricos” (Haustein, 2021).

De acordo com o relatório *Roadmap for fossil-free competitiveness: The automotive Industry – light duty vehicles*, os dois principais aspetos que têm contribuído para a massificação da eletrificação automóvel são: “instrumentos como subsídios, impostos sobre veículos, impostos sobre combustível e regras sobre automóveis benéficos e implantação de infra-estruturas de carregamento” (Haustein, 2021).

Segundo Contestabile, et al.. (2017), os incentivos são essenciais de modo a ultrapassar a diferença substancial de preço de aquisição que existe entre os VE e os ICEV.

Entre os subsídios que os Estados-Membros têm vindo a implementar encontram-se: “subsídios de aquisição, isenções fiscais, incentivos não monetários tais como o estacionamento gratuito e acesso restrito a vias para VE e apoio financeiro para o desenvolvimento de infra-estruturas de carregamento” (AIE, 2013; Lutsey, 2015).

1.6. Baterias

O futuro da eletrificação automóvel irá depender essencialmente dos avanços tecnológicos que se efetuarem ao nível das baterias, pois são estas que fazem influenciar o preço de compra dos VE, os custos associados ao carregamento, a vida útil das VE, a segurança, tempo de carregamento e o seu alcance (Crabtree, 2019).

Segundo o estudo realizado por Casper & Sundin (2021), as baterias duram em média 150 000km. Hoje em dia, 90% de todas as baterias de iões de lítio fabricadas tem como finalidade a instalação em BEVs. O crescimento da procura de matérias-primas para o fabrico das mesmas tem levado a um aumento do valor das mesmas o que provoca um consequente aumento dos custos de produção. No entanto, devido aos avanços tecnológicos verificados no processo de fabrico, esses custos por kWh diminuíram de aproximadamente 886,50€/kWh (2010) para 117,30€/kWh (2017).

Weiss, M. et al.. (2019), analisaram a possibilidade de as baterias passarem a ser alugadas pelo proprietário do VE, o que reduziria o preço de aquisição dos VE e as dúvidas dos consumidores em relação à durabilidade das baterias.

Safari (2017), concluiu que aproximadamente 19% dos custos de fabrico de VE advêm das baterias e que 37% são relativos a custos de eletrificação.

Por outro lado, para o fabrico das baterias são necessários elementos como o lítio, níquel, grafite, manganês e cobalto, matérias primas que se encontram em lugares muito específicos do mundo e são finitos tal como o petróleo. Com o elevado aumento das vendas de VE prevê-se que o fornecimento destas matérias primas possa ser afetado, bem como a sua capacidade de regeneração, sendo a reciclagem das baterias essencial para o futuro da eletrificação automóvel (Crabtree, 2019).

1.7. Custo Benefício dos VE

Weiss, M. et al.. (2019), verificaram que os preços dos ICEV, entre 2010 e 2016, reduziram entre 23% e 32% em relação aos BEV e entre 6% e 37% relativamente aos PHEV, sendo que os custos de utilização de BEV e PHEV têm reduzido anualmente 14% e 26% respetivamente, quando comparados com os ICEV. No cálculo do TCO dos VE foi tido em consideração “o preço de aquisição (€), a potência do motor (kW), a capacidade de tração da bateria se aplicável (kWh), a eletricidade utilizada para percorrer a distância ou consumo do combustível (kWh/100km; l/100km), os custos com manutenção (€), custos com seguros (€) e impostos de circulação (€)”. Para além de

tais fatores, foi realizada uma estimativa sobre “a vida útil do veículo, quilometragem anual, preço do gasóleo, da gasolina e eletricidade”.

A diferença média de preço de aquisição entre um BEV e um ICEV foi de aproximadamente 920€ em 2010 e de 214€ em 2016. Para a mesma relação, mas entre um PHEV e um ICEV, a diferença média encontrava-se em aproximadamente 182€ em 2010 e de 20€ em 2016, o que demonstra que a disparidade de preços dos VE em relação aos ICEV é cada vez mais diminuta (Weiss et al., 2019).

Apesar de os VE ainda terem, em média, um preço de aquisição mais elevado que os ICEV, é cada vez menor a disparidade de preços quando comparamos VE com ICEV, uma vez que à medida que o tempo passa os avanços tecnológicos vão tornando os VE mais acessíveis.

Relativamente aos custos de utilização, no caso dos BEV o valor tem se mantido constante e nos PHEV tem aumentado (entre 2010 e 2016). Apesar dos preços de aquisição diminuírem cada vez mais, o aumento da potência e da *performance* dos VE tem contribuído para maiores consumos de eletricidade e combustível (no caso dos PHEV). Na Alemanha, em 2016, o custo que BEV, PHEV e ICEV tinham para os seus utilizadores era em média 0,74€/km, 1,06€/km e 0,71€/km, respetivamente. O elevado custo relativo aos PHEV está relacionado com o uso combinado de eletricidade e combustível.

Prevê-se, no entanto que até 2050 a procura de eletricidade possa aumentar entre 20% a 38%, o que poderá fazer aumentar o seu valor e conseqüentemente tornar mais caro o carregamento das VE (Crabtree, 2019).

No entanto, os países do norte da Europa (Finlândia, Suécia, Dinamarca e Noruega) têm planos para o desenvolvimento de energia neutra em carbono ou baixo teor até 2050 e um elevado potencial para a criação de energias renováveis. Se as viaturas de passageiros se tornarem 100% elétricas nos quatro países acima mencionados, a procura anual de energia aumenta entre 7 a 7,5% (aproximadamente 30 TWh/ano), podendo este aumento ser coberto pelo crescimento da produção de energia nuclear e bioenergia, bem como pelo crescimento da produção de gás dos países circundantes (Graabak et al., 2016).

1.8. VE como substitutos dos ICEV

Björnsson & Karlsson (2017), referem que de modo a potenciar todos os benefícios dos BEV, estes são mais úteis em habitações familiares com dois veículos do que apenas com um, sendo os BEV o substituto perfeito de um segundo veículo, ao combinar de forma perfeita com um primeiro veículo PHEV ou ICEV, de forma a superar o entrave do alcance. O PHEV deverá ter um custo de utilização superior ao BEV, se o BEV for utilizado de forma ótima. No entanto, se a opção recair por um PHEV em vez de um BEV, o PHEV pode ser a melhor opção se o consumidor considerar o alcance e o tempo de carregamento limitativas para a compra de um VE. A escolha do consumidor poderá ainda ser influenciada pelo facto de o veículo a substituir ser o que efetua mais quilómetros anualmente (primeiro veículo), ser o veículo menos usado e para uso mais quotidiano (segundo veículo) ou para ser utilizado de forma versátil para qualquer uma das utilizações.

Sendo que o PHEV não tem alcance limitado e uma vez que a sua utilização é equilibrada entre um motor elétrico e um motor a combustível, terá um TCO inferior ao BEV. Por seu turno, o BEV fará uso de um único motor elétrico e uma bateria maior e mais dispendiosa com vista a ser capaz de gerir de forma eficiente os quilómetros de uma longa viagem, ainda que de forma mais limitada. Deste modo, os PHEV apresenta-se como o substituto perfeito de um ICEV que seja o primeiro veículo de uma habitação familiar, sendo capaz de reduzir o consumo e ser economicamente mais viável (Björnsson & Karlsson, 2017).

Propfe et al.. (2012) refere que os custos anuais de manutenção e reparação de um PHEV e de um BEV diferem em aproximadamente 133€. Por outro lado, Tal et al.. (2014) indica-nos que se os condutores preferirem utilizar o PHEV em modo térmico em vez de o carregar sempre que necessário, os custos de utilização aumentarão.

Helmets & Marx (2012), estudaram a eficiência energética de um veículo antes e depois da conversão para BEV e chegaram à conclusão que os BEV são até quatro vezes mais eficientes energeticamente que os ICEV. No que diz respeito à pegada de carbono emitida por um BEV que tem 10 anos e com 100 000km percorridos, esta poderá ser até 80% inferior a um ICEV nas mesmas condições.

De acordo com este estudo, os BEV são a solução mais adequada para um mundo mais sustentável quando comparado com os ICEV (Helmets & Marx, 2012).

Na Suécia, por exemplo, os VE são vistos como a solução ideal para a redução de emissões de gases nocivos e já representam entre 40-50% das vendas de viaturas

novas para empresas. Os três fatores que têm sido fulcrais para o crescimento da sua preponderância são: as políticas de apoio às empresas para a aquisição de PHEVs; a diferença de valor de impostos/ benefícios quando comparamos VE com os ICEV e a hipótese de poder carregar VE no local de trabalho. Se por um lado uma das razões para aquisição de PHEVs pelas empresas é o facto de contribuírem para a redução da pegada de CO2 no mundo, a principal razão prende-se com a questão financeira em que é analisado o TCO e verificado que os PHEV mesmo tendo um custo de aquisição mais elevado do que os ICEV, têm uma carga fiscal bastante menor que estes e a médio longo prazo são financeiramente menos dispendiosos (Williander et al., 2018).

2. Objetivos do Estudo e Questões de Investigação

Tendo em conta a revisão da literatura que sustenta a elaboração desta Dissertação, pretende-se que este estudo clarifique o porquê de a eletrificação estar a ter uma preponderância cada vez maior no setor automóvel e como o consumidor tem contribuído para esta mudança de ciclo. Segundo Casper & Sundin (2020), o mercado automóvel depois de muitos anos dominado pelos ICEV, encontra-se hoje em forte mudança, muito devido às medidas no que diz respeito às alterações climáticas, ao elevado investimento e às políticas de incentivos que têm sido realizada pelos governantes a nível mundial e pelos próprios fabricantes de automóveis. Parafraseando Ferdinand Dudenhöfer, especialista automóvel, numa entrevista dada a uma rádio: “O motor de combustão está morto!” (Casper, 2020).

O desenvolvimento desta Dissertação tem como principais preocupações identificar os principais motivos que motivam a compra de um VE em Portugal, permitindo perceber quais os benefícios que o consumidor vê na compra desta tipologia de viaturas e interpretar quais as limitações que ainda existem e que se tornam uma barreira à compra. Por outro lado, pretende-se verificar se os VE serão substitutos perfeitos dos ICEV.

Deste modo, de estudar a Evolução do Mercado da Eletrificação Automóvel, serão respondidas as seguintes questões de investigação:

- QI 1 - Serão os VE substitutos dos ICEV?

Na presente questão pretende-se analisar a evolução da quota de mercado dos VE em Portugal ao longo dos últimos 5 e 10 anos e com isso perceber se esta tipologia de viaturas será substituta dos veículos a combustão (ICEV).

- QI 2 - Que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal?

Nesta questão pretende-se perceber o porquê de as VE estarem a ganhar quota de mercado em Portugal, ou seja, perceber que fatores têm contribuído para mesmo num ano afetado pela pandemia da Covid-19 se ter verificado no volume de vendas acumulado de 2020 um aumento de 55,3% em relação ao ano anterior e em setembro de 2021 já se ter atingido o valor máximo de vendas de VE.

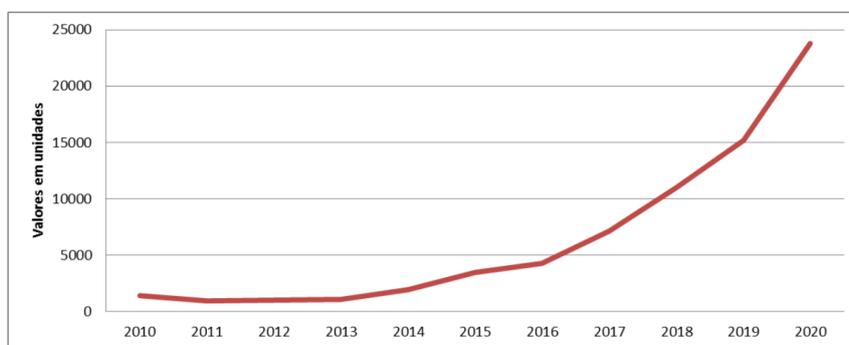
Fatores como incentivos à aquisição de VE (2250€ para empresas e 3000€ para particulares), isenção de ISV (Imposto Sobre Veículos), isenção de IUC (Imposto Único de Circulação), dedução do IVA para empresas, o aumento do número de postos de

carregamento, o aumento da autonomia dos BEV e o aumento do preço dos combustíveis fósseis podem estar a contribuir para esta mudança de paradigma.

2.1. Estudo da Evolução da Quota de Mercado dos VE em Portugal – Resposta à Q1 1

Segundo a Associação Portuguesa de Veículos Elétricos (APVE), foram vendidos quase 25 000 PHEV/HEV em 2020, enquanto que em 2010, o valor se aproximava das 2000 unidades anuais, correspondendo a um aumento de aproximadamente 1150% (2010-2020), conforme demonstrado na Figura 3.

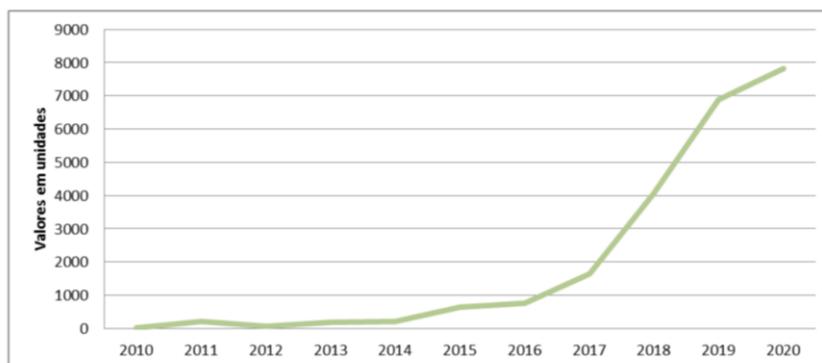
Figura 3 - Vendas de Veículos Híbridos (PHEV/HEV) em Portugal no período 2010-2020



Fonte: ACEA (2020)

Relativamente aos veículos 100% elétricos (VE), para o período de 2010 a 2020, verificou-se um aumento de aproximadamente 800000%, uma vez que em 2010 o valor de VE vendidos era residual, ao invés das quase 8000 unidades vendidas em 2020, de acordo com a Figura 4.

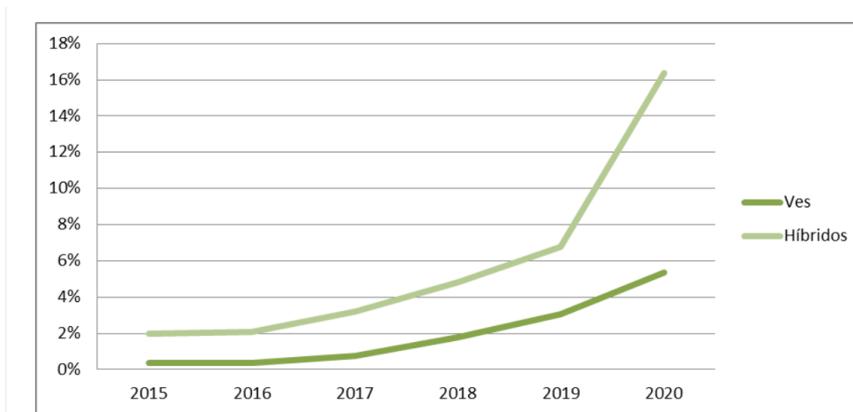
Figura 4 - Vendas de Veículos 100% Elétricos (BEV) em Portugal no período 2010-2020



Fonte: ACEA (2020)

Analisando o período de maior crescimento (2015-2020), a venda de PHEV/HEV teve um aumento exponencial de mais de 700%, enquanto os VE tiveram um incremento de aproximadamente 96,5% face ao mesmo período. Este resultado demonstra bem o impacto que esta nova tipologia de veículos tem vindo a ter no mercado automóvel nos últimos anos, conforme informação da Figura 5.

Figura 5 - Percentagem de Vendas de Elétricos (BEV) e Híbridos (PHEV/HEV) em Portugal no período 2015-2020

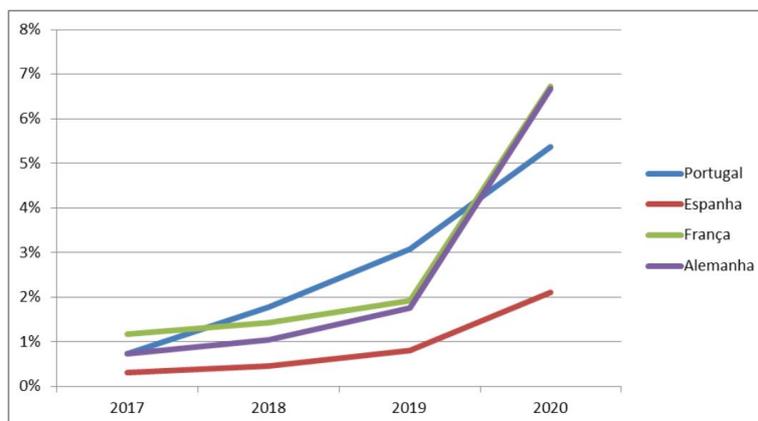


Fonte: ACEA (2020)

É de realçar que no período 2017-2020, conforme a informação apresentada na Figura 6, Portugal, quando comparado com algumas das maiores potências europeias (Alemanha, França e Espanha) e partindo de valores próximos de 1% em 2017, apresenta um crescimento uniforme em vendas de veículos 100% elétricos, tendo alcançado aproximadamente 5,3% em 2020, enquanto França e Alemanha se aproximaram dos 6,7% e Espanha dos 2,1%. O aumento de vendas de BEV na Europa teve um forte crescimento a partir de 2019, sendo que até meados desse ano, Portugal

era o país que apresentava maior quota de mercado na venda de BEV quando comparado com as outras três potências europeias.

Figura 6 - Percentagem de Vendas de Veículos 100% Elétricos (BEV) na Europa no período 2017-2020



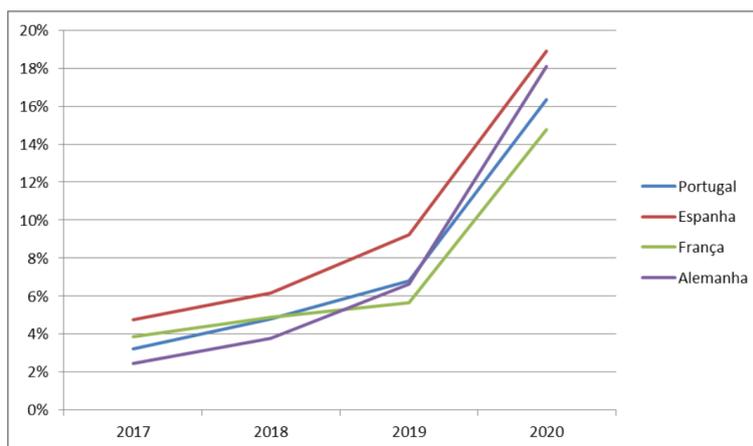
Valores Percentuais face às vendas globais de Automóveis ligeiros em Portugal, Espanha, França e Alemanha

Fonte: ACEA

No que diz respeito à informação presente na Figura 7 sobre a percentagem de vendas de Veículos Híbridos na Europa para o período 2017-2020, verificou-se que os quatro países em análise (Portugal, Espanha, França e Alemanha), apresentaram um crescimento similar, partindo dos 2,2% a 5% em 2017 até 14,3% e 19% em 2020 (valores aproximados), o que demonstra bem a preponderância que esta tipologia de viaturas tem ganho na Europa, apresentando-se como a principal solução face aos veículos a combustão (ICEV).

Importa salientar que só em 2019, a Alemanha ultrapassou Portugal na quota de mercado de veículos híbridos face à percentagem de vendas globais de automóveis em cada um dos países.

Figura 7 - Percentagem de Vendas de Híbridos (HEV) na Europa no período 2017-2020



Valores Percentuais face às vendas globais de Automóveis ligeiros em Portugal, Espanha, França e Alemanha

Fonte: ACEA (2020)

Segundo Isidoro, P. (2021), novembro de 2021 fica marcado na história como a primeira vez em Portugal que os BEV superaram as vendas de veículos a gasóleo (18,1% vs 17,7%), na categoria de automóveis ligeiros de passageiros.

No conjunto de BEV+PHEV foram vendidos 3618 veículos, tendo-se atingido o recorde de veículos 100% elétricos (BEV) vendidos num mês com 2165 veículos vendidos e 1453 Híbridos Plug-In (PHEV).

Conforme a informação presente na Figura 8, no acumulado até novembro 2021 (inclusive), foram vendidos 26340 VE em Portugal, valor que se aproximou dos 30000 VE, num só ano.

Figura 8 - Número de BEV e PHEV vendidos em 2021

IIVE INSTITUTO PORTUGUÊS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	2021 Vendas BEV		2021 Vendas PHEV		2021 Vendas BEV + PHEV	
	Mês	Quantidade	Mês	Quantidade	Mês	Quantidade
	JANEIRO	424	JANEIRO	1000	JANEIRO	1424
	FEVEREIRO	490	FEVEREIRO	991	FEVEREIRO	1481
	MARÇO	713	MARÇO	1415	MARÇO	2128
	ABRIL	941	ABRIL	1410	ABRIL	2351
	MAIO	890	MAIO	1471	MAIO	2361
	JUNHO	1360	JUNHO	1580	JUNHO	2940
	JULHO	889	JULHO	1395	JUNHO	2284
	AGOSTO	834	AGOSTO	1122	AGOSTO	1956
	SETEMBRO	1551	SETEMBRO	1197	SETEMBRO	2748
	OUTUBRO	1715	OUTUBRO	1334	OUTUBRO	3049
	NOVEMBRO	2165	NOVEMBRO	1453	NOVEMBRO	3618
	TOTAL	11972	TOTAL	14368	TOTAL	26340

BEV – Battery Electric Vehicles e PHEV – Plug-In Hybrid Electric Vehicles; Consideradas todas as categorias de veículos ligeiros e pesados.

Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021)

2021 foi um ano de afirmação para a aquisição de VE, uma vez que de acordo com os dados da Figura 9, face aos dois anos anteriores (2019 e 2020), existe um elevado diferencial no volume de vendas desta tipologia de viaturas, conforme comprova a figura abaixo:

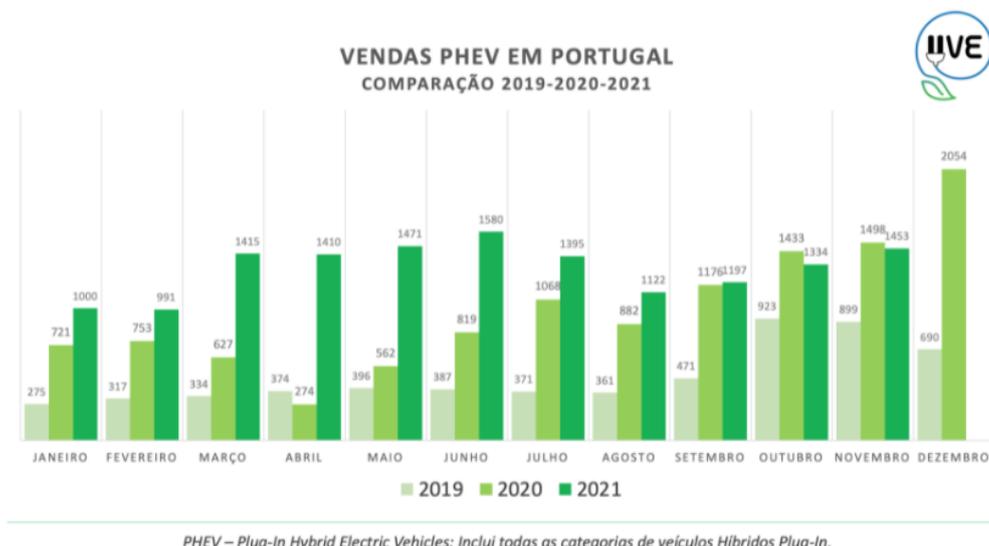
Figura 9 - Comparativo de vendas de BEV e PHEV em Portugal no triénio 2019 a 2021



Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021).

Apesar de nos últimos três anos, ter havido um aumento do número de PHEV vendidos, nos últimos meses de 2021 têm se verificado uma estabilização do valor de veículos vendidos desta tipologia tendo por base a informação da Figura 10 uma vez que as tecnologias alusivas aos BEV têm evoluído cada vez mais e mitigado alguns dos fatores que eram considerados barreiras à sua aquisição, tais como a autonomia e o tempo de carregamento. A ampliação da Rede Nacional de Carregamento para VE com o aumento de postos de carregamento rápido, super-rápido e ultrarrápido para 1000 e postos de carregamento normal para 6000, tem contribuído para a escolha dos consumidores recair cada vez mais na aquisição de BEV em vez de PHEV.

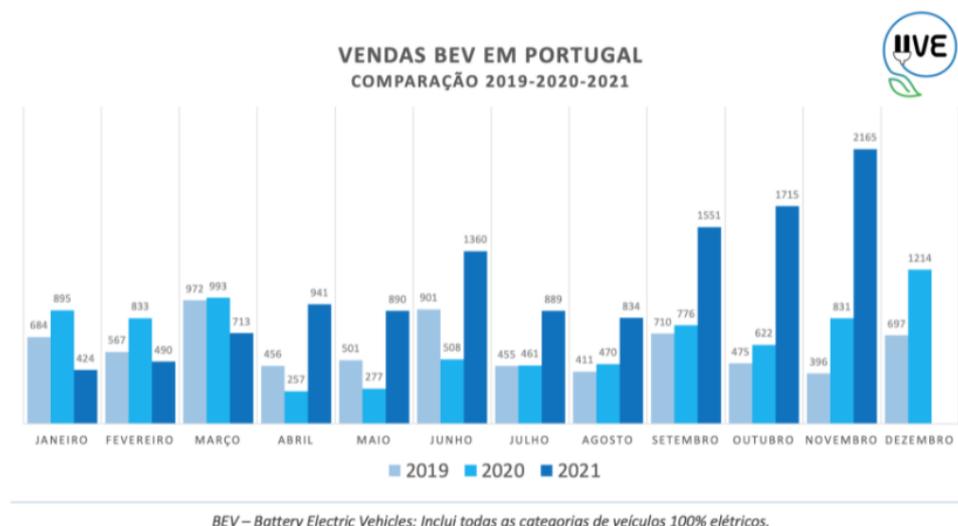
Figura 10 - Vendas de PHEV em Portugal no triénio 2019 a 2021



Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021).

O crescimento de gamas BEV (mais de 120 modelos) e o desenvolvimento da sua tecnologia (como por exemplo: aumento da potência dos carregadores e das baterias), tem incrementado o número de VE vendidos e tornado os BEV uma solução de futuro.

Figura 11 - Vendas de BEV em Portugal no triénio 2019 a 2021



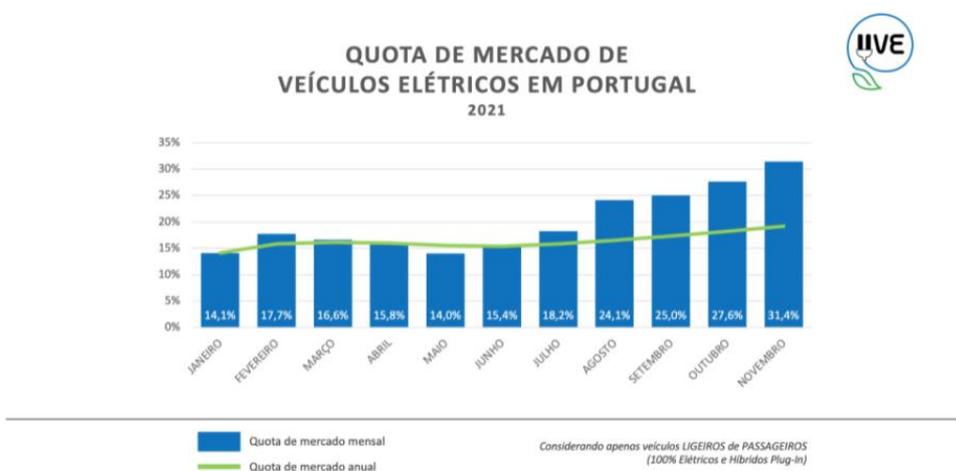
Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021)

A quota de mercado dos BEV em Portugal atingiu em novembro de 2021 o valor recorde de 31,4%, mais do dobro do que o valor de janeiro desse mesmo ano, 14,1%, tendo como base a informação da Figura 11.

Ao analisar a quota de mercado mensal na Figura 12, verificamos que quase um terço dos veículos vendidos em Portugal são BEV.

Por outro lado, a quota de mercado anual, tem se aproximado cada vez mais dos 20%, o que indica que por cada cinco carros matriculados em Portugal, um é elétrico.

Figura 12 - Quota de Mercado de Veículos Elétricos em Portugal em 2021



Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021)

Ao comparar os valores de vendas do ano 2021 com o ano 2020 na Figura 13, verifica-se que ocorreu um crescimento de 56%, o que comprova o crescimento do setor, apesar de se tratarem de anos de pandemia em que a procura tendencialmente diminuiria. Há nove meses seguidos que as vendas de automóveis ligeiros de passageiros BEV e PHEV têm subido consideravelmente, conforme demonstra a figura 13.

Figura 13 - Variação de Vendas VE (BEV+PHEV) de 2020 para 2021

VARIÇÃO VENDAS VE - Veículos Elétricos (100% Elétricos e Híbridos Plug-In)				Quota de Mercado		
2020		2021		Varição	Annual	Mensal
Janeiro	1599	Janeiro	1413	-11,6%	14,1%	14,1%
Fevereiro	1568	Fevereiro	1471	-6,2%	15,8%	17,7%
Março	1610	Março	2100	30,4%	16,1%	16,6%
Abril	514	Abril	2333	353,9%	16,0%	15,8%
Maio	819	Maio	2331	184,6%	15,5%	14,0%
Junho	1306	Junho	2909	122,7%	15,4%	15,4%
Julho	1496	Julho	2238	49,6%	15,8%	18,2%
Agosto	1311	Agosto	1923	46,7%	16,5%	24,1%
Setembro	1925	Setembro	2695	40,0%	17,3%	25,0%
Outubro	2041	Outubro	2911	42,6%	18,2%	27,6%
Novembro	2316	Novembro	3423	47,8%	19,2%	31,4%
Total	16505	Total	25747	56,0%		

Considerados apenas veículos LIGEIROS DE PASSAGEIROS

Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE) (2021)

No entanto, 2021, foi um ano impactante para os automóveis ligeiros de passageiros ICEV, tendo em conta o decréscimo de vendas que ocorreu, -5,6% que em 2020, tendo a sua variação sido positiva apenas entre março e junho, de acordo com a informação da Figura 14.

Figura 14 - Variação de Vendas ICEV de 2020 para 2021

VARIÇÃO VENDAS VCI - Veículos de Combustão Interna				
2020		2021		Variação
Janeiro	12805	Janeiro	8593	-32,9%
Fevereiro	18670	Fevereiro	6821	-63,5%
Março	8962	Março	10573	18,0%
Abril	2219	Abril	12447	460,9%
Maiο	4898	Maiο	14301	192,0%
Junho	9737	Junho	16011	64,4%
Julho	13684	Julho	10060	-26,5%
Agosto	11089	Agosto	6048	-45,5%
Setembro	11249	Setembro	8091	-28,1%
Outubro	11613	Outubro	7643	-34,2%
Novembro	9492	Novembro	7464	-21,4%
Total	114418	Total	108052	-5,6%

Considerados apenas veículos LIGEIOS DE PASSAGEIROS

Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE)

Tendo por base o mês de novembro de 2021 apresentado na Figura 15, verifica-se que face a 2020, ocorreu um aumento de 160,5% na venda de BEV. Esta tipologia de viaturas já em novembro de 2020 tinha tido um aumento de 83,7% em relação a 2019, o que demonstra o crescimento acentuado que os BEV têm tido no mercado automóvel.

Ao analisar o acumulado do ano 2021, verifica-se que houve um aumento de 72,9% de vendas de BEV face ao ano 2020, sendo que comparando o acumulado de 2020 com 2019 já se tinha denotado um aumento de 45,7%.

Figura 15 - Variação de Vendas BEV de 2020 para 2021



VARIÇÃO VENDAS VEÍCULOS 100% ELÉTRICOS				
2020		2021		Varição
Janeiro	895	Janeiro	424	-52,6%
Fevereiro	833	Fevereiro	490	-41,2%
Março	993	Março	713	-28,2%
Abril	257	Abril	941	266,1%
Maio	277	Maio	890	221,3%
Junho	508	Junho	1360	167,7%
Julho	461	Julho	889	92,8%
Agosto	470	Agosto	834	77,4%
Setembro	776	Setembro	1551	99,9%
Outubro	622	Outubro	1715	175,7%
Novembro	831	Novembro	2165	160,5%
Total	6923	Total	11972	72,9%

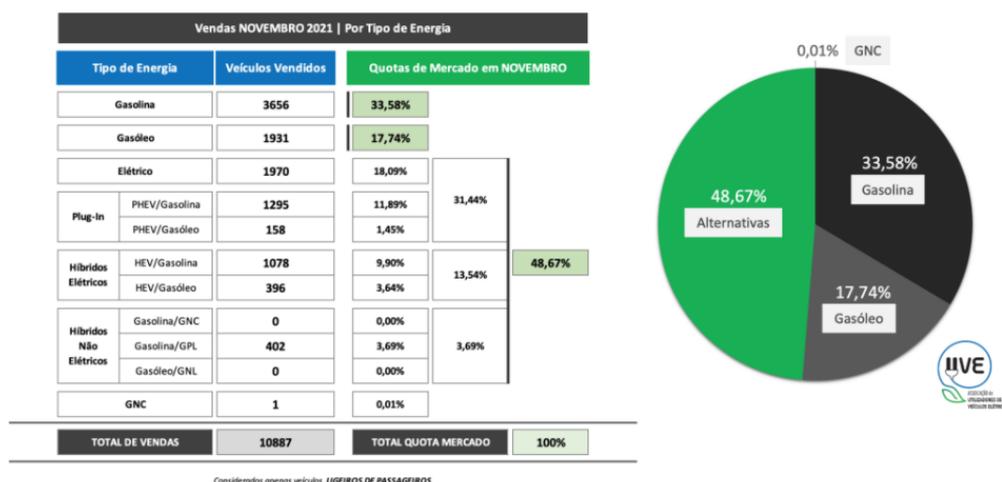
Todas as Categorias de Veículos 100% Eléctricos (BEV - Battery Electric Vehicle)

Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Eléctricos (UVE) (2021)

Considerando o mês de novembro de 2021 na Figura 16, verifica-se que aproximadamente metade das vendas de automóveis ligeiros de passageiros (48,67%) foram de veículos que utilizam energias alternativas (BEV, PHEV, HEV e veículos híbridos não elétricos).

Analisando a quota de mercado dos BEV no mês de novembro do mesmo ano (18,09%), apuramos que esta tipologia de viaturas supera as vendas de veículos a gasóleo (17,74%), o que explica a preponderância que esta alternativa tem vindo a ganhar no mercado automóvel.

Figura 16 - Vendas em novembro por Tipo de Energia



Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE)

2.2. Dados fornecidos pela ACAP

Segundo dados fornecidos pela ACAP – Associação Automóvel de Portugal, a tipologia de veículos automóveis matriculados em Portugal tem se alterado de forma significativa, com um grande foco nos últimos 5 anos (2017-2021), conforme poderemos verificar na Figura 17.

Apesar de as matrículas de veículos a gasóleo se manterem constantes de 2010 a 2016 (70-76%), a partir de 2017 ocorreu um significativo decréscimo, alcançado 36,1% em 2021, o que denota uma redução para quase metade dos veículos a gasóleo matriculados em Portugal nos últimos 5 anos (-46,4%).

Inversamente ao decréscimo de matrículas de veículos a gasóleo, as matrículas de veículos a gasolina tem vindo a aproximar-se cada vez mais da percentagem de matrículas de veículos a gasóleo (35% vs 36,1% em 2021). Enquanto que de 2010 a 2017 as matrículas de veículos a gasolina se mantiveram entre os 20 e 30%, de 2018 até 2021 não voltaram a baixar dos 30% (aumento de 6,5%), tendo em 2019 alcançado 41,2%.

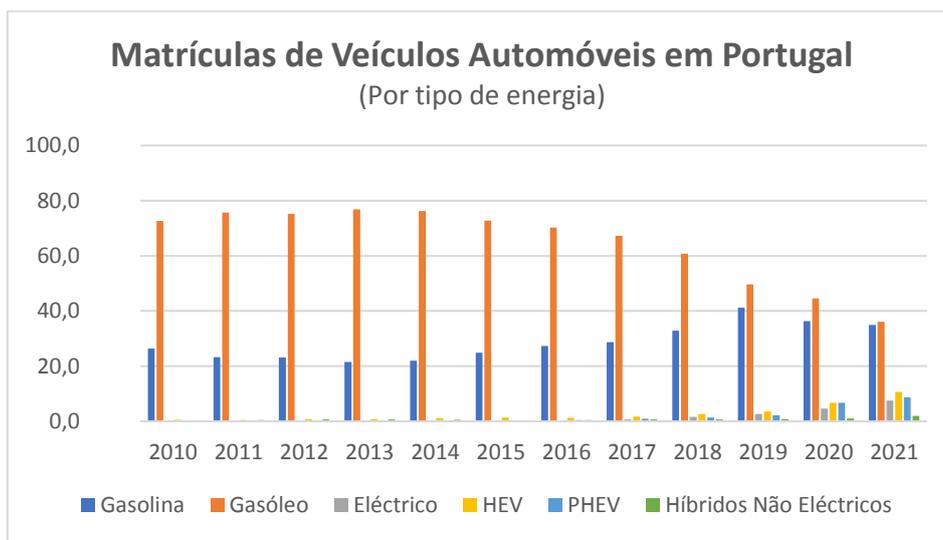
De igual modo, se entre 2010 e 2017 as matrículas de veículos 100% elétricos (BEV) se mantiveram constantes (e abaixo de 1%), a partir de 2018 alcançaram valores de 1,6% (2018), 2,7% (2019), 4,6% (2020) e 7,6% (2021), um aumento de 376% em 4 anos.

Por outro lado, o crescimento de matrículas de veículos híbridos convencionais (HEV), aumentou de forma mais prematura, uma vez que em 2014 alcançaram os 1,1% da

quota de mercado, tendo-se registado aumentos significativos até aos 10,6% em 2021 (+846%).

Relativamente a matrículas de veículos híbridos plug-in (PHEV), estes têm apresentado um crescimento em tudo similar a matrículas de BEV, pois até 2017 mantiveram-se sempre abaixo de 1% de quota de mercado, tendo a partir de 2018 alcançado 1,4% (2018), 2,2% (2019), 6,7% (2020) e 8,7% (2021), um aumento de 529% em 4 anos.

Figura 17 - Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal (Por tipo de energia) em Percentagem



Fonte: Associação Automóvel de Portugal (ACAP) (2021)

Em termos unitários, as matrículas de veículos a gasóleo têm tido uma grande oscilação ao longo dos últimos 10 anos, tendo em 2010 sido matriculados 198300 unidades, em 2012, caído para 85336 unidades e voltado a aumentar em 2016 e 2017 (173770 e 179232 unidades, respetivamente), tendo por base a informação presente na Figura 15. Após 2017, a tendência decrescente tem se vindo a acentuar, sido em 2021 matriculados 65045 veículos a gasóleo.

No que diz respeito às matrículas de viaturas a gasolina, a variação ao longo dos últimos anos tem sido menor, no entanto, se de 2010 a 2012 o valor decresceu (72020 até 26235 unidades), de 2013 a 2019, ocorreu uma tendência exponencial de crescimento (de 27188 até 110215 unidades). Em 2020 e 2021, o número de veículos a gasolina matriculados decresceu para 64313 e 63080, respetivamente.

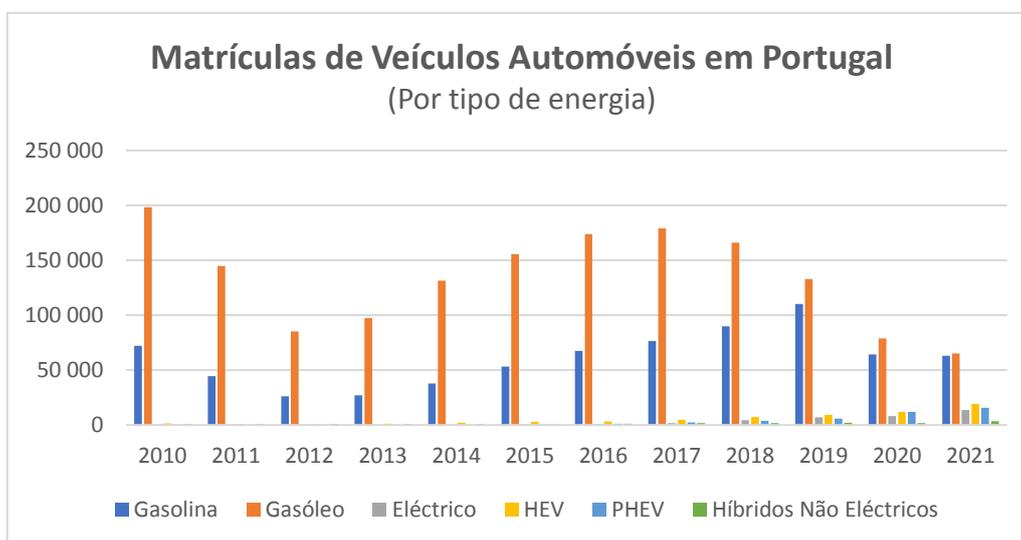
Os veículos eléctricos, por seu turno, também tiveram um aumento exponencial ao longo dos últimos anos. Se em 2010, o número de BEV matriculados foi 18 unidades, em 2017, ultrapassou pela primeira vez as mil unidades matriculadas com 1859 unidades e

em 2021, atingiu-se o recorde de 13618 unidades matriculadas (um valor 755 vezes maior que em 2010).

Apesar de em 2010 terem sido matriculados 1419 HEV, o número de HEV matriculados decresceu nos dois anos seguintes, tendo desde aí aumentado exponencialmente até a atingir as 19091 unidades matriculadas em 2021.

De igual modo, apesar de em 2010 apenas terem sido matriculadas 65 unidades de PHEV, a partir de 2013, o número de unidades matriculadas aumentou consideravelmente até atingir em 2020 mais de dez mil unidades, com 11867 e em 2021, mais de quinze mil unidades matriculadas, 15667.

Figura 18 - Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal (Por tipo de energia) em valores unitários



Fonte: Associação Automóvel de Portugal (ACAP) (2021)

Partindo da questão de investigação 1: “Serão os VE substitutos dos ICEV?”, é possível verificar que a venda de BEV e PHEV tem aumentado exponencialmente nos últimos 5 e 10 anos, respetivamente, apresentando-se cada vez mais como um substituto dos veículos movidos a gasóleo quem em 2021 tiveram valores de vendas inferiores aos BEV.

De 2020 para 2021, enquanto as vendas dos BEV e PHEV aumentaram 56%, as vendas dos ICEV diminuíram 5,6%. Se a tendência dos últimos 10 anos se mantiver, a probabilidade de os BEV e PHEV virem a substituir os ICEV a gasóleo é elevada, dadas as crescentes restrições que se têm verificado para este tipo de viaturas e a própria tendência do mercado para o fim das viaturas a Diesel.

3. Metodologia

O método a adotar para dar resposta à primeira questão de investigação “Serão os VE (veículos elétricos) substitutos dos ICEV (gasolina/ gasóleo)?”, foi a realização de um estudo com base numa revisão de literatura sobre a evolução da quota de mercado dos VE ao longo dos últimos 5 e 10 anos. A recolha de informação para a realização deste estudo teve como fonte bases estatísticas certificadas a atuar em Portugal, tais como a PORDATA, o INE (Instituto Nacional de Estatística), a ACAP (Associação Automóvel de Portugal), a APVE (Associação Portuguesa de Veículos Elétricos), a ACEA (*European Automobile Manufacturers' Association*) e revistas especializadas sobre a matéria.

No que concerne à segunda questão de investigação (“Que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal?”) foi um questionário de distribuição *online* através da plataforma *Google Forms* em que o método de amostragem utilizado foi por conveniência, tendo como foco a região de Lisboa.

A aplicação dos dois métodos acima mencionados permitirão perceber se o número de VE tem aumentado de forma consistente em Portugal e quais as razões que têm contribuído para esse incremento.

3.1. População Alvo e Caracterização da Amostra

O questionário a aplicar como resposta à primeira questão de investigação tem uma amostra inquirida de 466 indivíduos, residentes em Portugal, de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 18 e os 65 anos, com carta de condução e veículo próprio.

Este questionário contém um reduzido conjunto de perguntas que visa perceber que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal.

3.2. Recolha de dados e Questionário

A recolha de dados foi realizada através da plataforma online *Google Forms*, tendo sido os dados recolhidos entre os dias 11 e 22 de fevereiro de 2022 e exportados em formato excel (.xlsx).

O questionário (Anexo A) é constituído por 16 questões de resposta fechada (11 de escolha múltipla e 5 de escala linear/ múltipla), facilitando assim a resposta dos inquiridos e o tratamento dos dados. Tem uma duração entre 3 a 5 minutos e é de preenchimento anónimo.

Um dos objetivos primordiais da aplicação deste questionário passa por identificar se indicadores como a faixa etária, o género, o rendimento anual bruto, a zona de residência e tipologia da habitação, o número de quilómetros conduzidos por dia, o grau de satisfação com o veículo atual e a fonte de energia do veículo principal influenciam diretamente a intenção de compra e consequentemente o aumento de vendas desta tipologia de viaturas em Portugal.

Por fim, é importante averiguar quais são, na leitura dos inquiridos os fatores que contribuem mais para a vontade de adquirir um VE, e, por outro lado, que fatores são consideradas barreiras à aquisição desta tipologia de viaturas.

3.3. Escalas e Variáveis Adotadas

De modo a avaliar quais os fatores que mais contribuem para a vontade de adquirir VE, foi utilizada uma escala do tipo *Likert*, com cinco graus, sendo que o primeiro corresponde a “1 - Nada importante” e o último a “5 – Muito importante”.

Para indivíduos sem intenção de adquirir VE, foi utilizada uma escala de *Likert* para medir quais os fatores que representam barreiras à compra, composta por cinco graus, sendo que o primeiro corresponde a “1 - Nada importante” e o último a “5 – Muito importante”.

Para medir o interesse em veículos que utilizam fontes de energia alternativas, criou-se uma escala linear de *Likert* com cinco graus, correspondendo o primeiro grau a “Sem interesse” e o último grau a “Muito interesse”.

De forma a aprofundar e perceber qual o interesse em veículos elétricos ou híbridos, foi criada novamente uma escala linear de *Likert* com cinco graus, correspondendo o primeiro grau a “Sem interesse” e o último grau a “Muito interesse”.

Por fim, e para analisar se há interesse em adquirir uma nova viatura, é questionado, através de uma escala linear de *Likert* com cinco graus, qual a satisfação com a atual viatura, correspondendo o primeiro grau a “Pouco satisfeito” e o último grau a “Muito satisfeito”.

De modo a dar resposta à segunda questão de investigação (QI 2), foi identificada a variável e a pergunta do questionário que através da aplicação de modelos econométricos permite dar a respetiva informação.

Tabela 1 – Variável e Pergunta que dão resposta à Questão de Investigação 2

Variável	Pergunta	Resposta à QI
Ter interesse num BEV ou PHEV	Como classifica o seu interesse em veículos elétricos ou híbridos?	2

Fonte: Elaboração própria.

4. Aplicação de Métodos Económétricos

De modo a analisar os resultados obtidos pelo questionário foi utilizado um Modelo de Regressão Ordinal (MRO), fazendo uso do programa SPSS - *Statistical Package for Social Science* para calcular a correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente.

Com vista a responder à segunda questão de investigação (Q1 2) foi construído um modelo com as variáveis apresentadas na revisão da literatura como sendo as principais motivações à aquisição de VE: os benefícios governamentais (Isenção IUC e ISV), os incentivos governamentais (3 000€ para pessoas singulares e 2 250 para pessoas coletivas), o estacionamento gratuito para veículos elétricos nos grandes centros urbanos, o preço elevado do combustível, a performance, os benefícios ambientais, o menor ruído e a resposta imediata na aceleração, às quais foram acrescentadas as variáveis Idade, Género, Rendimento Anual Bruto e Zona de Residência.

Partindo do princípio que para utilizar Modelo Logit, a variável dependente terá de ser binária (*dummy*), ou seja, assumir os valores 0 ou 1 e sendo que a variável dependente “Como classifica o seu interesse em veículos elétricos ou híbridos?”, tem mais de duas categorias (escala de *Likert* de 1 a 5) e os valores de cada categoria têm uma ordem sequencial, o Modelo mais adequado a utilizar é o **Modelo de Regressão Ordinal Probit ou Logit** (*Ordered Probit / Logit*), Torres-Reyna, O. (2012).

O Modelo de Regressão Ordinal a adotar será apresentado do seguinte modo:

$$y_i^* = \mathbf{x}_i' \beta + u_i$$

$$y_i = j \text{ if } \alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j$$

A probabilidade de que a observação i selecione j alternativa é:

$$p_{ij} = p(y_i = j) = p(\alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j) = F(\alpha_j - \mathbf{x}_i' \beta) - F(\alpha_{j-1} - \mathbf{x}_i' \beta)$$

4.1. Análise de resultados do questionário – Resposta à Q1 2

Com vista a responder à Questão de Investigação 2 (Que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal?) foram analisadas as respostas à

pergunta “Se sim, que fatores mais contribuem para a vontade de adquirir esta tipologia de viaturas?”.

A pergunta em causa está diretamente relacionada com a pergunta “Já pensou em adquirir um veículo elétrico ou híbrido?”, que contou com um total de 429 respostas e em que 62,5% dos indivíduos responderam afirmativamente.

Desse modo, do total de 466 indivíduos inquiridos, 429 responderam à pergunta “Já pensou em adquirir um veículo elétrico ou híbrido?” e 261 à pergunta “Se sim, que fatores mais contribuem para a vontade de adquirir esta tipologia de viaturas?”.

Considerando as respostas “1- Nada Importante” e “2- Pouco Importante” como não contributivas para a vontade de adquirir um VE, “3- Neutro” como indiferente e “4- Importante” e “5- Muito importante” como fatores que contribuem para a vontade de adquirir VE, foi contruída a tabela 2:

Tabela 2 – Tratamento dos dados relativos à pergunta “Se sim, que fatores mais contribuem para a vontade de adquirir esta tipologia de viaturas?”

	Não contribui		Indiferente		Contribui		Total Indivíduos
	(1 - Nada Importante; 2 - Pouco Importante)		(3 - Neutro)		(4 - Importante; 5 - Muito importante)		
	Nº indivíduos	%	Nº indivíduos	%	Nº indivíduos	%	
Benefícios Governamentais	37	14,18%	32	12,26%	192	73,56%	261
Incentivos Governamentais	36	13,79%	39	14,94%	186	71,26%	
Estacionamento Gratuito	46	17,62%	38	14,56%	177	67,82%	
Preço elevado do combustível	17	6,51%	19	7,28%	225	86,21%	
Performance	52	19,92%	89	34,10%	120	45,98%	
Benefícios Ambientais	24	9,20%	24	9,20%	213	81,61%	
Menor ruído	61	23,37%	57	21,84%	143	54,79%	
Resposta imediata na aceleração	83	31,80%	89	34,10%	89	34,10%	

Fonte: Elaboração própria.

Conforme podemos verificar na tabela 2, os fatores que mais contribuem para a vontade de adquirir VE têm um cariz financeiro e de responsabilidade ambiental: “Preço elevado do combustível” (86,21%) e “Benefícios Ambientais” (81,61%), seguidos dos “Benefícios Governamentais” (73,56%) e os “Incentivos Governamentais” (73,56%).

Por seu turno, os fatores menos preponderantes para a vontade de aquisição de VE são características técnicas de VE: “Resposta imediata na aceleração” (34,10%) e a

“Performance” (45,98%), seguidos do “Menor ruído” (54,79%) e de um benefício: o “Estacionamento Gratuito” (67,82%).

De igual modo, os fatores que obtiveram um maior número de respostas “3- Neutro” também se relacionam com características técnicas das VE: “Resposta imediata na aceleração” (34,10%) e “Performance” (34,10%).

Relativamente à pergunta “Como classifica o seu interesse em veículos que usam fontes de energia alternativas?”, 176 dos 462 indivíduos que responderam (38,1%), consideram ter muito interesse.

Desse modo, face à questão “Como classifica o seu interesse em veículos elétricos ou híbridos?”, 37,4% dos 465 indivíduos que responderam consideram ter interesse e 32,3% muito interesse em BEV e PHEV.

No entanto, ao questionar “Qual o grau de satisfação com o seu veículo atual”, 41,2% dos indivíduos consideraram estar muito satisfeitos com a sua atual viatura, não demonstrando assim intenção de vir a adquirir um VE no curto prazo.

5. Aplicação do Modelo Econométrico

5.1. Regressão Ordinal Logit

Segundo Moura (2008) a dissertação de mestrado *Diagnóstico no modelo de regressão logística ordinal* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), “O Modelo de regressão logística ordinal é aplicado quando o número de categorias da variável resposta excede dois e quando estas são ordenadas”.

Como tal, partindo da variável dependente categórica ordinal “Classificar interesse em VE” e tendo por base uma escala de Likert (1 – 5), em que 1 corresponde a “Sem interesse”, “2 – Pouco interesse”, “3 – Neutro”, “4 – Algum interesse” e “5 – Muito interesse”, foi criado um Modelo de Regressão Ordinal Probit.

Tabela 3 – Resumo de Processamento do Caso

		N	Percentagem Marginal
Interesse	1	1	0,4%
	2	3	1,2%
	3	34	13,1%
	4	119	45,9%
	5	102	39,4%
Benefícios Governamentais	Nada importante	7	2,7%
	Pouco importante	30	11,6%
	Neutro	32	12,4%
	Importante	116	44,8%
	Muito importante	74	28,6%
Incentivos Governamentais	Nada importante	9	3,5%
	Pouco importante	27	10,4%
	Neutro	39	15,1%
	Importante	118	45,6%
	Muito importante	66	25,5%
Estacionamento gratuito	Nada importante	14	5,4%
	Pouco importante	32	12,4%
	Neutro	38	14,7%
	Importante	89	34,4%

	Muito importante	86	33,2%
	Nada importante	5	1,9%
Preço elevado dos combustíveis	Pouco importante	12	4,6%
	Neutro	19	7,3%
	Importante	67	25,9%
	Muito importante	156	60,2%
		Nada importante	15
Performance	Pouco importante	37	14,3%
	Neutro	89	34,4%
	Importante	74	28,6%
	Muito importante	44	17,0%
		Nada importante	10
Benefícios ambientais	Pouco importante	14	5,4%
	Neutro	24	9,3%
	Importante	62	23,9%
	Muito importante	149	57,5%
		Nada importante	24
Menor ruído	Pouco importante	37	14,3%
	Neutro	57	22,0%
	Importante	76	29,3%
	Muito importante	65	25,1%
		Nada importante	37
Resposta imediata na aceleração	Pouco importante	46	17,8%
	Neutro	89	34,4%
	Importante	60	23,2%
	Muito importante	27	10,4%
		18 a 24 anos	23
Idade	25 a 34 anos	82	31,7%
	35 a 44 anos	53	20,5%
	45 a 54 anos	52	20,1%
	55 a 65 anos	49	18,9%
		Masculino	100
Género	Feminino	159	61,4%
		Menor que 20 000€	100
Rendimento	Entre 21 000€ e 30 000€	79	30,5%

	Entre 31 000€ e 40 000€	47	18,1%
	Entre 41 000€ e 50 000€	17	6,6%
	Entre 51 000€ e 60 000€	8	3,1%
	Entre 61 000€ e 70 000€	3	1,2%
	Maior que 71 000€	5	1,9%
Residência	Urbana	203	78,4%
	Suburbana	36	13,9%
	Rural	20	7,7%
	Válido	259	100,0%
	Omisso	207	
	Total	466	

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisarmos o quadro acima verificamos que os Incentivos e Benefícios Governamentais, o Preço elevado dos combustíveis e os Benefícios ambientais são fatores preponderantes para o interesse em VE.

Por outro lado, características técnicas como a Performance, o Menor ruído e a Resposta imediata na aceleração correspondem a fatores que geram menos interesse nesta tipologia de viaturas.

Tendo por base as variáveis independentes acima descritas foram criados dois modelos: o Modelo 1 em que são incluídas as variáveis socioeconómicas idade, género, rendimento e zona de residência e um Modelo 2 em que são excluídas estas mesmas variáveis às já apresentadas anteriormente: Benefícios Governamentais, Incentivos Governamentais, Estacionamento gratuito, Preço elevado do combustível, Performance, Benefícios Ambientais, Menor ruído, Resposta imediata na aceleração.

Tabela 4 – Resultados dos Modelos 1 e Modelo 2

Variáveis	Modelo 1		Modelo 2	
	Coef.	P> z	Coef.	P> z
Idade	.213555	0.850		
Género	.189673	0.485		
Rendimento	.1006296	0.367		
Zona Residência	-.101489	0.623		
Benefícios Governamentais	-.2930406	0.154	-.3013923	0.134
Incentivos Governamentais	.6985217	0.002	.6861664	0.001
Estacionamento gratuito	-.0640299	0.649	-0.628416	0.653
Preço elevado do combustível	-.21265	0.243	-.2372408	0.186
Performance	-.1357589	0.347	-.1499449	0.292
Benefícios ambientais	.4924829	0.003	.5265808	0.001
Menor ruído	.2375332	0.067	.2742165	0.030
Resposta imediata na aceleração	-.070816	0.581	-.0678966	0.585
Pseudo R ²	0.0793		0.0778	
LR chi2 (Prob > chi2)	43.71 (0.000)		43.17 (0.000)	

Fonte: Elaboração própria.

Tendo por base o valor do coeficiente, as variáveis que aumentam a probabilidade de ocorrência da variável dependente no Modelo 1 são os Incentivos Governamentais (.6985217), os Benefícios ambientais (.4924829) e o Menor ruído (.2375332), no entanto apenas as duas primeiras são estatisticamente significativas (Sig ≤ 0,05; 0,002 e 0,003, significativamente).

Por outro lado, as variáveis que menos contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente no mesmo modelo são os Benefícios Governamentais (-

.2930406) e a Performance (-.1357589), embora, não sejam estatisticamente significativas uma vez que o seu Sig > 0,05.

Deste modo, podemos ainda salientar que nenhuma das variáveis socioeconómicas se apresenta como estatisticamente significativas (Sig > 0,05).

Relativamente ao Modelo 2, as variáveis que mais contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente são novamente os Incentivos Governamentais (.6861664), os Benefícios ambientais (.5265808) e o Menor ruído (.2742165), sendo as três variáveis estatisticamente significativas, pois o seu Sig é $\leq 0,05$.

As variáveis Benefícios Governamentais (-.3013923), Preço elevado dos combustíveis (-.2372408) e a Performance (-.1499449) representam as variáveis que menos contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente. No entanto, não se apresentam como estatisticamente significativas.

O Modelo como um todo é estatisticamente significativo, tendo por base LR chi 43.71 e 43.17 e Prob > chi² 0.000.

O Pseudo R² apresenta um valor de moderado a baixo, respetivamente 0.0793 para o Modelo 1 e 0.0778 para o Modelo 2.

Para analisar de que forma as variáveis independentes afetam a variável dependente “Interesse em VE” foi verificado qual o efeito marginal para cada *outcome*. Uma vez que a escala de Likert adotada é de 1 a 5, irá haver 5 *outcomes* (dy/dx).

Tabela 5 – Efeitos Marginais Modelo 1

Variáveis	dy/dx (1)	dy/dx (2)	dy/dx (3)	dy/dx (4)	dy/dx (5)
Idade	-0.000485	-.0001607	-.0020677	-.0027296	.0050065
Género	-.000431	-.0014273	-.0183648	-.024243	.0444661
Rendimento	-.0002287	-.0007573	-.0097433	-.012862	.0235912
Zona de residência	.0002306	.0007637	.0098265	.0129718	-.0237927
Benefícios Governamentais	.0006659	.0022052	.0283732	.037455	-.0686992
Incentivos Governamentais	-.0015873	-.0052566	-.0676332	-.0892815	.1637585
Estacionamento gratuito	.0001455	.0004818	.0061996	.008184	-.0150109

Preço elevado dos combustíveis	.0004832	.0016002	.0205895	.0271798	-.0498528
Performance	.0003085	.0010216	.0131446	.017352	-.0318267
Benefícios Ambientais	-.0011191	-.0037061	-.0476838	-.0629467	.1154556
Menor ruído	-.0005397	-.0017875	-.0229987	-.0303603	.0556863
Resposta imediata na aceleração	.0001609	.0005329	.0068566	.0090513	-.0166018

Fonte: Elaboração própria

Sendo que no Modelo 1 as variáveis significativas são os Incentivos Governamentais e os Benefícios ambientais, verificamos na tabela acima que o *outcome* passa para um patamar superior, os respetivos efeitos marginais aumentam, ou seja, estas duas variáveis independentes afetam significativamente a variável dependente “Interesse em VE”.

Por cada aumento de uma unidade de Incentivos Governamentais o “Interesse em VE” aumenta para 5 – Muito Importante 16,38% e 11,54% por cada aumento unitário de Benefícios ambientais.

Tabela 6 – Efeitos Marginais Modelo 2

Variáveis	dy/dx (1)	dy/dx (2)	dy/dx (3)	dy/dx (4)	dy/dx (5)
Benefício Governamentais	.0006836	.0022785	.0291352	.0388999	-.0709971
Incentivos Governamentais	-.0015563	-.0051873	-.0663307	-.0885618	.161636
Estacionamento gratuito	.0001425	.0004751	.0060748	.0081108	-.0148032
Preço elevado dos combustíveis	.0005381	.0017935	.0229337	.0306201	-.0558854
Performance	.0003401	.0011336	.014495	.019353	-.0353216
Benefícios Ambientais	-.0011943	-.0039808	-.509038	-.0679645	.1240434
Menor ruído	-.0006219	-.002073	-.0265081	-.0353924	.0645955

Resposta imediata na aceleração	.000154	.0005133	.0065635	.0087632	-.015994
---------------------------------	---------	----------	----------	----------	----------

Fonte: Elaboração própria

No que diz respeito ao Modelo 2, os efeitos marginais das suas variáveis estatisticamente significativas (Incentivos Governamentais, Benefícios ambientais e Menor ruído) aumentam diretamente com o *outcome*.

Para verificar se a previsão de distribuição dos indivíduos nos Modelos 1 e 2 é semelhante à verdadeira distribuição dos indivíduos na amostra, foi criada a seguinte comparação.

Cada unidade de Incentivos Governamentais que aumente, o “Interesse em VE” aumentará para 5 – Muito Importante 16,16%, 12,40% por cada aumento unitário de Benefícios ambientais e 6,46% por cada aumento unitário de Menor ruído, o que demonstra a preponderância que estas variáveis têm para a variável dependente.

Tabela 7 – Qualidade predita dos modelos

Interesse	Frequência	Previsão Modelo 1	Previsão Modelo 2
1 – Nada Importante	0.36	0.0036298	0.0036277
2 – Pouco Importante	1.08	0.0115319	0.0115642
3 – Neutro	12.64	.134438	0.133605
4 – Importante	45.49	.4548838	0.4513413
5 – Muito Importante	40.43	.3955165	0.3998619

Fonte: Elaboração própria

Através do quadro acima podemos verificar que a diferença entre as previsões e a real distribuição de indivíduos na amostra é bastante diminuta.

Para uma frequência de 0,36% para a resposta 1 – Nada Importante, os modelos adotados apresentam uma previsão de aproximadamente 0,363%.

No que diz respeito à resposta 2 – Pouco importante, a frequência foi de 1,08%, enquanto que os modelos apontam para uma previsão de 1,15%.

A resposta 3 – Neutro é a que apresenta maior diferença entre os valores de frequência e os valores de previsão, 12,64% e 13,44% e 13,36%. No entanto, são valores bastante próximos.

Na resposta 4 – Importante, a frequência foi de 45,49% e as previsões 45,488% e 45,13%, valores praticamente iguais.

Por último, a resposta 5 – Muito Importante teve uma frequência de 40,43% e valores de previsões de 39,55 e 39,99%, o que indica que face à similaridade de valores entre a frequência e as previsões nas 5 respostas, os Modelos adotados representam bem a amostra em causa.

A questão de investigação 2: “Que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal?” foi respondida através da análise ao *output* anteriormente mencionado, do qual concluímos que os fatores que mais contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente “Interesse em VE” são os Incentivos Governamentais, os Benefícios ambientais e o Menor ruído.

Por outro lado, os Benefícios Governamentais, o Preço elevado dos combustíveis e a Performance representam os fatores que menos contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente.

De salientar ainda que as variáveis socioeconómicas (idade, género, rendimento e residência) não contribuem de forma considerável para a probabilidade de ocorrência da variável dependente nem são estatisticamente significativas.

6. Conclusões e Limitações

Ao longo do século XXI tem crescido cada vez mais a consciencialização dos efeitos nocivos que a emissão de CO₂ para a atmosfera tem para o ser humano, levando o Homem a criar novas soluções com vista a reverter esta tendência negativa para o planeta.

Como tal diversos estados se têm unido à indústria automóvel de modo a tornar soluções como a eletrificação automóvel atrativas para o consumidor final, quer através de benefícios governamentais (isenção de IUC e ISV), incentivos governamentais (3000€ para pessoas singulares e 2250€ para pessoas coletivas na compra de VE), estacionamento gratuito para VE nos grandes centros urbanos, aumento do preço dos combustíveis fósseis, melhoria das performances dos VE, benefícios ambientais, menor ruído e resposta imediata da aceleração.

A Revisão de Literatura efetuada permite mostrar que a eletrificação automóvel se tornou no principal foco das marcas no setor automóvel, tendo como principais desafios a melhoria dos desempenhos dos motores elétricos, o aumento da autonomia e da redução dos tempos de carga, bem como a eficiência no fabrico de baterias que levaria a preços de aquisição mais atrativos para o consumidor final.

De modo a responder à Questão de Investigação 1 – “Serão os VE substitutos dos ICEV?”, foi analisada a evolução do mercado automóvel em Portugal nos últimos 5 e 10 anos, com a finalidade de perceber se os VE são efetivamente substitutos dos ICEV, o que cada vez mais se torna uma evidência, sendo que hoje em dia um terço das aquisições de veículos novos são VE.

Conforme foi possível analisar, se em 2020 o número de PHEV/HEV vendidos em Portugal foi de 25 000, dez anos antes, em 2010, o número de vendas desta mesma tipologia de viaturas foi de 2 000 unidades, o que representa bem da preponderância que as viaturas híbridas têm ganho ao longo do tempo no nosso país.

Por outro lado, os BEV apresentaram em 2020 vendas na ordem das 8 000 unidades, enquanto que dez anos antes, em 2010, as vendas de veículos 100% elétricos teve um valor residual, muito próximo de zero.

O ano de 2021 apresentou-se como um período de afirmação na venda de BEV e PHEV, tendo sido observado um crescimento exponencial em relação aos anos de 2019 e 2020, sendo que em muitos meses do ano apresentou valores de vendas que superam o dobro do número de vendas deste tipo de viaturas no primeiro ano do triénio, 2019 e

de 56% face ao 2º ano do triénio, 2020, mesmo tendo em conta que se tratou de um ano de pandemia, em que a procura tendencialmente viria a diminuir. No entanto, 2021 ainda assim foi um ano em que ocorreu uma diminuição das vendas de veículos ligeiros de passageiros quando comparado com 2020.

Em contraponto encontram-se as viaturas a gasóleo que têm sofrido um decréscimo de -46.4% nos últimos 5 anos, sendo que as viaturas a gasolina apresentam desde 2019 uma quota de mercado de 41.2%, ao invés dos 20 a 30% que tinham entre 2010 e 2017.

Assim, com este estudo pode-se concluir que os VE têm ganho uma preponderância cada vez maior no panorama nacional e apresentam-se como a principal alternativa aos ICEV, sendo por isso um provável substituto.

Relativamente à Questão de Investigação 2 – “Que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal?”, a mesma foi respondida através de um questionário que visava perceber se as soluções anteriormente mencionadas (benefícios governamentais, incentivos governamentais, estacionamento gratuito, aumento do preço dos combustíveis fósseis, melhoria das performances dos VE, benefícios ambientais, menor ruído, resposta imediata da aceleração) levam ao aumento do interesse na aquisição de VE.

Para tal, foram criados dois Modelos de Regressão Ordinal Logit, um, cuja variável dependente é “Ter interesse num BEV ou PHEV” e as variáveis independentes são as soluções acima mencionadas complementadas pela idade, género, rendimento e residência e outro em que as variáveis socioeconómicas (idade, género, rendimento e residência) não são consideradas.

Ao analisar em SPSS os dados obtidos pelas respostas ao questionário e partindo da variável dependente categórica ordinal “Classificar interesse em VE” (numa escala de Likert de 1 a 5) verifica-se que as variáveis mais preponderantes para a vontade de adquirir um VE são as de âmbito financeiro e ambiental. Por outro lado, as variáveis que menos contribuem para a vontade de adquirir um VE relacionam-se com as características técnicas dos próprios VE.

De um modo geral, dos 465 indivíduos inquiridos, 37,4% considera ter interesse em BEV ou PHEV e 32,3% muito interesse.

O modelo em causa apresenta-se como ajustado, sendo que algumas das variáveis independentes contribuem para a probabilidade de ocorrência da variável dependente.

O presente estudo apresenta um método de amostragem por conveniência na procura de inquiridos para a resposta ao questionário, o que pode ter afetado a representatividade da amostra e provocado um enviesamento dos resultados.

Uma vez que a amostra não foi selecionada aleatoriamente pelo território nacional, tendo um grande foco na região de Lisboa, é provável que não seja representativa de toda a população em Portugal.

Por outro lado, o facto de 66,1% da amostra ser do género feminino, ou seja, aproximadamente o dobro dos indivíduos inquiridos representam um género, pelo que o género masculino poderá não estar devidamente representado e com isso não ser suficientemente representativo.

Os intervalos adotados para a variável “rendimento anual” apresenta se também como uma limitação, uma vez que existe um *gap* de 1 000€ entre cada intervalo (Entre 20 000 e 21 000€, Entre 30 000 e 31 000€, ...), ou seja, se um determinado indivíduo tiver um rendimento de 20 500€ não será representado nesta amostra.

Por fim, verifica-se que efetivamente os VE se apresentam como uma solução de presente e de futuro, dada a cada vez maior aposta das marcas automóveis no desenvolvimento desta tipologia de viaturas, nas metas estipuladas para gamas 100% eletrificadas, no aumento de interesse que se tem verificado no público em geral para com esta solução e na evolução de vendas de viaturas eletrificadas em Portugal nos últimos 5 a 10 anos, partindo de quotas de mercado pouco expressivas (até 2010) até representar um terço das vendas a nível nacional.

Referências Bibliográficas

Adler, D. (2008). *Mercedes-Benz*. MotorBooks International.

Almeida, S. F. G. D. (2020). *Percepção do consumidor sobre mobilidade elétrica: caso dos veículos elétricos* (Doctoral dissertation).

Amemiya, T. (1979). *The estimation of a simultaneous-equation Tobit model*. *International economic review*, 169-181.

Associação Portuguesa de Veículos Elétricos (APVE). Acedido em: <https://apve.pt/>.
Data de Acesso: 11 março 2022.

Austin, P. C., Escobar, M., & Kopec, J. A. (2000). *The use of the Tobit model for analyzing measures of health status*. *Quality of Life Research*, 9(8), 901-910.

Bakker, S., & Farla, J. (2015). Electrification of the car—Will the momentum last?: Introduction to the special issue.

Bayaga, A. (2010). Multinomial Logistic Regression: Usage and Application in Risk Analysis. *Journal of applied quantitative methods*, 5(2).

Björnsson, L. H., & Karlsson, S. (2017). Electrification of the two-car household: PHEV or BEV?. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 85, 363-376.

Bubeck, S., Tomaschek, J., & Fahl, U. (2016). Perspectives of electric mobility: Total cost of ownership of electric vehicles in Germany. *Transport Policy*, 50, 63-77.

Casper, R., & Sundin, E. (2021). Electrification in the automotive industry: effects in remanufacturing. *Journal of Remanufacturing*, 11(2), 121-136.

Chan, C. C. (2012). The rise & fall of electric vehicles in 1828–1930: Lessons learned [scanning our past]. *Proceedings of the IEEE*, 101(1), 206-212.

Cowan, R., & Hultén, S. (1996). Escaping lock-in: the case of the electric vehicle. *Technological forecasting and social change*, 53(1), 61-79.

Crabtree, G. (2019). The coming electric vehicle transformation. *Science*, 366(6464), 422-424.

Danielis, R., Giansoldati, M., & Rotaris, L. (2018). A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy. *Energy Policy*, 119, 268-281.

Desreveaux, A., Hittinger, E., Bouscayrol, A., Castex, E., & Sirbu, G. M. (2020). Techno-Economic Comparison of Total Cost of Ownership of Electric and Diesel Vehicles. *IEEE Access*, 8, 195752-195762.

European Automobile Manufacturers' Association (ACEA). Acedido em: <https://www.acea.auto/>. Data de Acesso: 11 março 2022.

Fontaínhas, J. J. C. (2013). *Avaliação da viabilidade económica da aquisição de um veículo elétrico em Portugal* (Doctoral dissertation).

Gis, W., & Merkisz, J. (2019). The development status of electric (BEV) and hydrogen (FCEV) passenger cars park in the world and new research possibilities of these cars in real traffic conditions. *Combustion Engines*, 58.

Graabak, I., Wu, Q., Warland, L., & Liu, Z. (2016). Optimal planning of the Nordic transmission system with 100% electric vehicle penetration of passenger cars by 2050. *Energy*, 107, 648-660.

Guarnieri, M. (2012, September). Looking back to electric cars. In *2012 Third IEEE HISTory of ELectro-technology CONference (HISTELCON)* (pp. 1-6). IEEE.

Hagman, J., Ritzén, S., Stier, J. J., & Susilo, Y. (2016). Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion. *Research in Transportation Business & Management*, 18, 11-17.

Hausman, J., & McFadden, D. (1984). Specification tests for the multinomial logit model. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1219-1240.

Held, T., & Gerrits, L. (2019). On the road to electrification—A qualitative comparative analysis of urban e-mobility policies in 15 European cities. *Transport Policy*, 81, 12-23.

Helmets, E., & Marx, P. (2012). Electric cars: technical characteristics and environmental impacts. *Environmental Sciences Europe*, 24(1), 1-15.

Henriques, C. (2011). *Análise de regressão linear simples e múltipla*. Departamento de Matemática. Escola Superior de Tecnologia de Viseu. Portugal.

Hensher, D. A., & Greene, W. H. (2003). *The mixed logit model: the state of practice*. *Transportation*, 30(2), 133-176.

Instituto Nacional de Estatística (INE). Acedido em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE. Data de Acesso: 4 março 2022.

Lévay, P. Z., Drossinos, Y., & Thiel, C. (2017). The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership. *Energy Policy*, 105, 524-533.

Long, D. (2016). *Henry Ford: Industrialist*. Cavendish Square Publishing, LLC.

MacDonald, J. (2016). Electric vehicles to be 35% of global new car sales by 2040. *Bloomberg New Energy Finance*, 25, 4.

Martins, M. E. G. (2019). Regressão linear simples. *Revista de Ciência Elementar*, 7(3).

Matrículas de Veículos Automóveis por tipo de energia. Associação Automóvel de Portugal. Acedido em: <https://www.acap.pt/pt/estatisticas>. Data de Acesso: 11 março 2022.

Mitropoulos, L. K., Prevedouros, P. D., & Kopelias, P. (2017). Total cost of ownership and externalities of conventional, hybrid and electric vehicle. *Transportation research procedia*, 24, 267-274.

Neves, L. P. D. C. (2020). *Barreiras e motivações à compra de um veículo elétrico* (Doctoral dissertation).

Nogueira, J. R. M. M. (2016). *Motivações e barreiras à compra de veículos elétricos* (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa (Portugal)).

Nunes, Diogo Ferreira (2021). Nova aposta das marcas impulsiona venda de elétricos, Dinheiro Vivo. Acedido em: <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/eletricos-batem-recorde-de-vendas-em-nove-meses-14188767.html> Data da publicação: 05 Outubro 2021, 7h00

Pardi, T. (2021). Prospects and contradictions of the electrification of the European automotive industry: the role of European Union policy. *International Journal of Automotive Technology and Management*.

Pope, F. L. (1891). The Inventions of Thomas Davenport. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 8(1), 93-97.

Rodrigues, S. C. A. (2012). *Modelo de regressão linear e suas aplicações* (Doctoral dissertation, Universidade da Beira Interior).

Santos, S. M. P. D. C. (2017). *A Atitude Face aos Automóveis Elétricos: Um Estudo entre Consumidores Portugueses* (Doctoral dissertation, Universidade de Coimbra).

Sassi, C. P., Perez, F. G., Myazato, L., Ye, X., Ferreira-Silva, P. H., & Louzada Neto, F. (2012). Modelos de regressão linear múltipla utilizando os softwares R e STATISTICA: uma aplicação a dados de conservação de frutas.

Scorrano, M., Danielis, R., & Giansoldati, M. (2020). Dissecting the total cost of ownership of fully electric cars in Italy: The impact of annual distance travelled, home charging and urban driving. *Research in Transportation Economics*, 80, 100799.

Setiawan, I. C. (2019). Policy simulation of electricity-based vehicle utilization in Indonesia (electrified vehicle-HEV, PHEV, BEV and FCEV). *Automotive Experiences*, 2(1), 1-8.

Torres-Reyna, O. (2012). Getting started in Logit and ordered logit regression. Princeton University, <http://dss.princeton.edu/training/Logit.pdf>.

Transportes Rodoviários. Pordata. Acedido em: [https://www.pordata.pt/Subtema/Portugal/Rodovi%
c3%a1rio-405](https://www.pordata.pt/Subtema/Portugal/Rodovi%c3%a1rio-405). Data de Acesso: 4 março 2022.

Weiss, M., Zeffass, A., & Helmers, E. (2019). Fully electric and plug-in hybrid cars-An analysis of learning rates, user costs, and costs for mitigating CO2 and air pollutant emissions. *Journal of cleaner production*, 212, 1478-1489.

Wen, C. H., & Koppelman, F. S. (2001). *The generalized nested logit model. Transportation Research Part B: Methodological*, 35(7), 627-641.

Westerlund, L. (2021). Barriers to large-scale electrification of passenger cars for a fossil independent Sweden by 2030.

Williander, M., Mellquist, A. C., Wedlin, J., & Stålstad, C. (2018). Company Cars as a Channel for Electrification of the Passenger Car Market. In *The 31st International Electric Vehicles Symposium & Exhibition (EVS 31) & International Electric Vehicle Technology Conference 2018, September 30-October 3, Kobe, Japan*.

Wu, G., Inderbitzin, A., & Bening, C. (2015). Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments. *Energy Policy*, 80, 196-214.

Zhang, R., & Fujimori, S. (2020). The role of transport electrification in global climate change mitigation scenarios. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034019.

Anexos

Anexo A – Questionário

Evolução da Eletrificação Automóvel em Portugal

O presente questionário surge no âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência na ISCTE Business School.

O objetivo desta investigação é perceber que fatores têm contribuído para o aumento da eletrificação automóvel em Portugal e de que forma os veículos elétricos podem ser substitutos dos veículos a combustão (gasolina/gasóleo), tendo por base a opinião do consumidor.

As respostas fornecidas são totalmente anónimas e serão alvo de tratamento estatístico exclusivo para o âmbito académico.

O questionário terá a duração entre 3 a 5 minutos e destina-se a indivíduos residentes em Portugal, de ambos os sexos, entre os 18 e os 65 anos, com carta de condução e veículo próprio.

Agradeço desde já a sua disponibilidade!

Indique a sua idade *

- 18 a 24 anos
- 25 a 34 anos
- 35 a 44 anos
- 45 a 54 anos
- 55 a 65 anos

Indique o seu género *

- Masculino
- Feminino

Qual o seu rendimento anual bruto?

- Menor que 20 000€
- Entre 21 000€ e 30 000€
- Entre 31 000€ e 40 000€
- Entre 41 000€ e 50 000€
- Entre 51 000€ e 60 000€
- Entre 61 000€ e 70 000€
- Maior que 71 000€

Zona de residência *

- Rural
- Urbana
- Suburbana

Qual a tipologia da sua habitação? *

- Moradia
- Apartamento
- Condomínio – Moradia
- Condomínio - Apartamento

Qual a composição do seu agregado familiar? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- Mais de 4

Quantos veículos tem o seu agregado familiar? *

- 1
- 2
- 3 ou mais

Qual a fonte de energia do veículo que conduz diariamente? *

- Gasolina
- Gasóleo
- GPL
- Elétrico
- Híbrido
- Outra

[Responder apenas se não respondeu Elétrico ou Híbrido nas duas questões anteriores] Já pensou em adquirir um veículo elétrico ou híbrido?

- Sim
- Não

⋮

Se sim, que fatores mais contribuem para a vontade de adquirir esta tipologia de viaturas?

	1 - Nada import...	2 - Pouco impo...	3 - Neutro	4 - Importante	5 - Muito impor...
Benefícios Gov...	<input type="radio"/>				
Incentivos Gov...	<input type="radio"/>				
Estacionament...	<input type="radio"/>				
Preço elevado ...	<input type="radio"/>				
Performance	<input type="radio"/>				
Benefícios amb...	<input type="radio"/>				
Menor ruído	<input type="radio"/>				
Resposta imedi...	<input type="radio"/>				

Se não, que fatores são barreiras à aquisição desta tipologia de viaturas?

	1 - Nada import...	2 - Pouco impo...	3 - Neutro	4 - Importante	5 - Muito impor...
Falta de conhe...	<input type="radio"/>				
Preço de aquisi...	<input type="radio"/>				
Autonomia da b...	<input type="radio"/>				
Falta de infraes...	<input type="radio"/>				
Tempo de carre...	<input type="radio"/>				

⋮

Como classifica o seu interesse em veículos que usam fontes de energia alternativas?

1 2 3 4 5

Sem interesse Muito interesse

Como classifica o seu interesse em veículos elétricos ou híbridos?

1 2 3 4 5

Sem interesse Muito interesse

⋮

Se classificou como algum interesse ou muito interesse por veículos elétricos ou híbridos qual pensa que seria a melhor otimização?

- Ter um veículo elétrico
- Ter um veículo híbrido
- Ter um veículo principal híbrido e um veículo secundário elétrico
- Ter um veículo principal elétrico e um veículo secundário híbrido
- Ter ambos os veículos híbridos
- Ter ambos os veículos elétricos

Em média, quantos quilómetros conduz por dia? *

- Menos de 10 km
- Entre 10 e 20 km
- Entre 21 e 30 km
- Entre 31 e 40 km
- Entre 41 e 50 km
- Mais de 50 km

Qual o grau de satisfação com o seu veículo atual? *

1 2 3 4 5

Pouco satisfeito Muito satisfeito

Obrigado pela sua colaboração!

Relembro que as respostas fornecidas são de carácter anónimo.
Se tiver alguma questão por favor contacte-me através do e-mail: tjago@iscte-iul.pt (Tiago Garrido)

Anexo B – Caracterização Sociodemográfica da Amostra

(N=466)		
	N	%
Género		
Feminino	308	66.1
Masculino	158	33.9
Idade		
18 a 24 anos	35	7.5
25 a 34 anos	128	27.5
35 a 44 anos	97	20.8
45 a 54 anos	87	18.7
55 a 65 anos	119	25.5
Rendimento anual		
<20 000€	188	41.1
entre 21 000€ e 30 000€	131	28.7
entre 31 000€ e 40 000€	79	17.3
Entre 41 000€ e 50 000€	35	7.7
Entre 51 000€ e 60 000€	9	2
Entre 61 000€ e 70 000€	6	1.3
>71 000€	9	2
Zona de residência		
Rural	39	8.4
Urbana	364	78.1
Suburbana	63	13.5
Tipologia da habitação		
Moradia	97	20.8
Apartamento	325	69.7
Condomínio-moradia	10	2.1
Condomínio-apartamento	34	7.3
Composição agregado familiar		
1	63	13.5
2	126	27
3	137	29.4
4	118	25.3
>4	22	4.7
Nº veículos do agregado familiar		
1	151	32.4
2	212	45.5
3 ou mais	103	22.1
Fonte de energia do veículo principal		
Gasolina	195	41.8

Gasóleo	237	50.9
GPL	7	1.5
Elétrico	9	1.9
Híbrido	17	3.6
Outra	1	0.2
Nº quilómetros diários		
Menos de 10 km	109	23.4
Entre 10 e 20 km	138	29.6
Entre 21 e 30 km	92	19.7
Entre 31 e 40 km	47	10.1
Entre 41 e 50 km	27	5.7
Mais de 50 km	53	11.4

Anexo C - Tratamento dos dados do questionário

Perguntas Gerais		
N=429		
(Se NÃO respondeu "elétrico" ou "híbrido" na pergunta anterior - N=429) Já pensou em adquirir um veículo elétrico ou híbrido?	N	%
	Sim	268 62.5
	Não	161 37.5
N=462		
Como classifica o seu interesse em veículos que usam fontes de energia alternativas?	N	%
	1	16 3.5
	2	11 2.4
	3	116 25.1
	4	143 30.9
	5	176 38.1
N=465		
Como classifica o seu interesse em veículos elétricos ou híbridos?	N	%
	1	22 4.7
	2	24 5.2
	3	95 20.4
	4	174 37.4
	5	150 32.3
N=387		
(Se respondeu "algum interesse" ou "muito interesse" na pergunta anterior - N=387) Qual pensa que seria a melhor otimização?	N	%
	Ter ambos os veículos elétricos	24 6.2
	Ter ambos os veículos híbridos	14 3.6
	Ter um veículo elétrico	105 27.1
	Ter um veículo híbrido	149 38.5
	Ter um veículo principal elétrico e um veículo secundário híbrido	46 11.9
	Ter um veículo principal híbrido e um veículo secundário elétrico	49 12.7

N=466

Qual o grau de satisfação com o seu veículo atual?

	N	%
1	2	0.4
2	15	3.2
3	88	18.9
4	169	36.3
5	192	41.2

Anexo D – Dados fornecidos pela ACAP: “Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal (por tipo de energia)”

Quadro nº 28
Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal
(Por tipo de energia)

Categoria e tipo de veículo	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		
	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	% Total													
Ligeiros Passageiros (*)	Gasolina	72 018	32,2	44 544	29,0	26 235	27,5	27 188	25,7	37 793	26,5	53 202	25,8	67 454	32,5	76 364	34,4	89 811	39,3	110 125	42,2	64 232	44,2
	Gasóleo	148 967	66,7	108 032	69,6	67 207	70,5	76 713	72,3	101 944	71,4	120 521	67,5	133 800	64,6	135 235	60,9	121 691	53,3	89 417	40,0	47 741	32,8
	Eléctrico	18	0,0	203	0,1	65	0,1	166	0,2	189	0,1	645	0,4	756	0,4	1 640	0,7	4 073	1,8	6 883	3,1	7 830	5,4
	Híbridos Eléctricos Convencionais	1 419	0,6	932	0,6	926	1,0	1 052	1,0	1 929	1,4	2 975	1,7	3 204	1,5	4 692	2,1	7 230	3,2	9 428	4,2	11 902	8,2
	HEV/Gasolina	1 419	0,6	932	0,6	926	1,0	1 052	1,0	1 929	1,4	2 975	1,7	3 204	1,5	4 296	1,9	6 602	2,9	8 545	3,8	9 509	6,5
	HEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	419	0,4	520	0,5	786	0,6	1 328	0,7	864	0,3	396	0,2	628	0,3	879	0,4	2 393	1,6
	Híbridos Eléctricos Plug-in	65	0,0	54	0,0	70	0,1	55	0,1	101	0,1	521	0,3	1 089	0,5	2 442	1,1	3 776	1,7	5 798	2,6	11 867	8,2
	PHEV/Gasolina	65	0,0	54	0,0	70	0,1	55	0,1	101	0,1	521	0,3	1 089	0,5	2 442	1,1	3 776	1,7	4 653	2,1	9 960	6,8
	PHEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Híbridos Não Eléctricos	932	0,4	839	0,5	776	0,8	887	0,8	870	0,6	839	0,4	1 027	0,5	1 756	0,8	1 846	0,8	2 111	0,9	1 815	1,2
	GN/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	20	0,0	2	0,0	6	0,0	7	0,0	7	0,0	23	0,0	0	0,0	0	0,0
GN/Gasóleo	932	0,4	839	0,5	776	0,8	887	0,8	868	0,6	833	0,4	1 020	0,5	1 749	0,8	1 823	0,8	2 111	0,9	1 815	1,2	
GN/Gás	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
GN/G	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Total	223 389		153 464		95 309		102 921		142 820		178 503		207 330		222 129		228 337		223 798		145 417		145 417
Ligeiros Mercadorias	Gasolina	2	0,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,0	3	0,0	4	0,0	3	0,0	30	0,2	81	0,3
	Gasóleo	45 702	100,0	34 955	100,0	15 984	99,8	16 169	99,8	26 130	99,9	30 782	99,8	34 816	99,8	38 203	99,4	39 010	99,3	38 116	99,1	27 218	98,7
	Eléctrico	0	0,0	5	0,0	16	0,1	27	0,1	27	0,1	66	0,2	57	0,2	219	0,6	263	0,6	213	0,6	261	0,9
	Híbridos Eléctricos Convencionais	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	0,0	9	0,0
	HEV/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	HEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Híbridos Eléctricos Plug-in	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	PHEV/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	PHEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Híbridos Não Eléctricos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	GN/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
GN/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
GN/Gás	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
GN/G	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Total	45 704		34 963		16 011		16 202		26 166		30 858		34 890		38 523		39 282		38 454		27 578		27 578
Total Ligeiros	Gasolina	72 020	26,8	44 547	23,6	26 235	23,6	27 188	21,9	37 793	22,4	53 205	25,4	67 457	27,8	76 368	29,3	89 814	33,6	110 215	42,0	64 313	37,2
	Gasóleo	148 978	72,3	144 787	75,3	68 221	74,8	76 742	72,3	102 044	75,8	120 524	72,3	133 803	66,6	135 239	60,9	121 694	53,3	89 429	40,0	47 782	32,8
	Eléctrico	18	0,0	208	0,1	81	0,1	193	0,2	216	0,1	711	0,3	813	0,3	1 859	0,7	4 326	1,6	7 096	2,7	8 091	4,7
	Híbridos Eléctricos Convencionais	1 419	0,5	932	0,5	926	0,8	1 052	0,8	1 929	1,1	2 975	1,4	3 204	1,3	4 692	1,8	7 230	2,7	9 428	3,6	11 911	8,9
	HEV/Gasolina	1 419	0,5	932	0,5	926	0,8	1 052	0,8	1 929	1,1	2 975	1,4	3 204	1,3	4 296	1,9	6 602	2,5	8 545	3,3	9 509	6,5
	HEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	419	0,4	520	0,4	786	0,5	1 328	0,6	864	0,3	396	0,2	628	0,3	883	0,3	2 402	1,4
	Híbridos Eléctricos Plug-in	65	0,0	54	0,0	70	0,1	55	0,0	101	0,1	521	0,2	1 089	0,4	2 442	0,9	3 776	1,4	5 798	2,2	11 867	8,9
	PHEV/Gasolina	65	0,0	54	0,0	70	0,1	55	0,0	101	0,1	521	0,2	1 089	0,4	2 442	0,9	3 776	1,4	4 653	1,8	9 960	6,8
	PHEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Híbridos Não Eléctricos	932	0,3	839	0,4	787	0,7	893	0,7	879	0,5	846	0,3	1 041	0,4	1 763	0,7	1 862	0,7	2 120	0,8	1 820	1,1
	GN/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	20	0,0	2	0,0	6	0,0	7	0,0	7	0,0	23	0,0	0	0,0	0	0,0
GN/Gasóleo	932	0,3	839	0,4	787	0,7	887	0,7	869	0,5	834	0,3	1 020	0,4	1 752	0,7	1 823	0,7	2 112	0,8	1 815	1,0	
GN/Gás	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
GN/G	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Total	269 133		188 307		111 320		124 123		168 962		209 361		242 228		260 652		267 408		262 053		172 995		172 995

(*) Inclui Autocarros
 (*) Inclui Tractores de Mercadorias
 Fonte: ACAP

Quadro nº 28 (Continuação)
 Matrículas de Veículos Automóveis em Portugal
 (Por tipo de energia)

Categoria e tipo de veículo	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		
	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	%	Unid.	% Total													
Pesados Mercadorias (**)	Gasolina	3 130	100,0	2 665	100,0	1 892	100,0	2 392	100,0	3 126	100,0	4 039	100,0	4 800	99,5	5 343	99,5	5 076	99,3	4 805	99,6	3 526	99,3
	Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Eléctrico	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Híbridos Eléctricos Convencionais	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	HEV/Gasolina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	HEV/Gasóleo	0	0,0	0	0,0	0																	