

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**VEÍCULOS LIGEIRO SEM EMISSÕES NA EUROPA:
PROJEÇÕES DE MERCADO E CONSEQUÊNCIAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS

CECÍLIA ALEXANDRA HENRIQUES MENEZES

Orientadores:

Professor Eurico Vasco Ferreira Amorim

Professora Margarida da Conceição Rasteiro Magano Lopes

Rodrigues Liberato



Vila Real, 2017

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**VEÍCULOS LIGEIRO SEM EMISSÕES NA EUROPA:
PROJEÇÕES DE MERCADO E CONSEQUÊNCIAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS

CECÍLIA ALEXANDRA HENRIQUES MENEZES

Orientadores:

Professor Eurico Vasco Ferreira Amorim
Professora Margarida da Conceição Rasteiro Magano
Lopes Rodrigues Liberato

Composição do Júri:

Doutor José Manuel Ribeiro Baptista
Doutora Ana Filipa da Silva Ferreira
Doutor Eurico Vasco Ferreira Amorim

Vila Real, 2017

À minha
família.

Dissertação apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Energias, realizada sob a orientação científica do Professor Eurico Vasco Amorim e coorientação científica da Professora Margarida Liberato.

Agradecimentos

A Deus, pelos seus conselhos e proteção em todos os momentos. Pelas pessoas que colocou no meu caminho para que este percurso se tornasse tão especial.

Aos meus pais, pelo amor e carinho, por todo o apoio incondicional prestado ao longo destes anos de trabalho, por tornarem os meus sonhos possíveis, e pelos valores transmitidos na minha vida.

À minha avó, pelo amor e carinho e pelos valores transmitidos.

À Daniela e à Sónia pelo caminho que percorremos e partilhamos, pela amizade, pelo suporte e espírito de entreaajuda.

A toda a minha família e amigos que contribuíram para o meu crescimento e sucesso.

Ao meu orientador, Professor Vasco Amorim, a minha sincera gratidão pela sua disponibilidade, apoio e dedicação. Pelo conhecimento transmitido. Pela ajuda na orientação científica e revisão crítica do texto.

À minha coorientadora, Professora Margarida Liberato por todo o conhecimento transmitido durante a realização da presente dissertação de mestrado.

Por fim, à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro pelos meios e condições que me proporcionou para o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

Esta dissertação avalia a expansão dos Veículos Elétricos (EV's) na Europa-28 com o estudo da inclusão da avaliação de benefícios para os consumidores.

O estudo analisa o efeito das políticas de incentivo à compra de veículos elétricos, de uma forma geral ao nível da União Europeia e de uma forma mais pormenorizada através da comparação entre os cinco melhores mercados (Noruega, Alemanha, França, Reino-Unido e Holanda) e os cinco piores mercados (Islândia, Dinamarca, Finlândia, Espanha e Itália) europeus em relação à difusão dos veículos elétricos.

Um dos países de grande ênfase neste trabalho foi Portugal, onde a difusão dos veículos elétricos ainda está numa fase precoce, e que precisa de ser repensada. Aplicando o conhecimento obtido dos melhores mercados europeus, foi possível criar um plano de possível implementação em Portugal, com recurso ao programa baseado em dinâmica de sistemas - *Vensim*.

Em complementaridade foi analisado o estado das emissões de gases de efeito de estufa na Europa, que são uma das primordiais preocupações dos estados membros europeus.

Esta exposição mostra que, num cenário de incentivo global e na categoria dos cidadãos, os veículos elétricos de bateria podem ser mais baratos do que outras tecnologias de automóveis e que são uma das boas escolhas para um sistema de transporte de baixa emissão em cidades.

Concluiu-se também que ainda existem muitos marcos a serem atingidos, até que os veículos de combustão interna deixem de ser a principal escolha dos consumidores e possamos alcançar valores ótimos de emissões no setor dos transportes.

Palavras-chave: Mobilidade elétrica; Veículos elétricos; Políticas públicas; Mobilidade sustentável.

Abstract

This dissertation evaluates the expansion of Electric Vehicles (VEs) in Europe-28 with the study of the inclusion of the evaluation of benefits for consumers.

The study examines the effect of policies to encourage the purchase of electric vehicles, about their diffusion, generally at European Union level and in a more detailed way by comparing the five best markets (Norway, Germany, France, the United Kingdom and the Netherlands) and the five worst markets (Iceland, Denmark, Finland, Spain and Italy).

One of the countries with high emphasis in this work was Portugal, where the diffusion of electric vehicles is still at an early stage and needs to be rethought. Applying the knowledge obtained from the best European markets, it was possible to create a plan of possible implementation in Portugal, using the program based on system dynamics - *Vensim*.

Besides, we analysed the state of greenhouse gas emissions in Europe, which are one of the leading concerns of the European member states.

This exhibition shows that in a global incentive scenario and the city category, battery electric vehicles may be cheaper than other car technologies and are one of the good choices for a low-emission city transport system.

It has also been concluded that there are still many milestones to be achieved until internal combustion vehicles are no longer the primary choice of consumers and we can reach optimum emissions figures in the transport sector.

Keywords: Electrical mobility; Electric vehicles; Public policy; Sustainable mobility

Acrónimos e Abreviaturas

AC	Corrente Alternada
AT	Autoridade Tributária
BEV	Veículo Elétrico a Bateria
CL	Lógica da Cidade
CO ₂	Dióxido de Carbono
DC	Corrente Direta
EU	União Europeia
EU-28	Europa 28
EV	Veículo Elétrico
FCEV	Veículo Elétrico com Célula de Combustível
FS	Subsídio Financeiro
GHG	Gases de Efeito de Estufa
HEV	Veículo Elétrico híbrido
ICEV	Veículo com Motor de Combustão
ISV	Imposto Sobre Veículos
IUC	Imposto Único de Circulação
IVA	Imposto de Valor Acrescentado
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PHEV	Veículo Elétrico Plug-In
REEV	Veículo Elétrico com Alcance Estendido
TCO	Custo Total de Posse

ÍNDICE

Resumo.....	XII
Abstract	XIV
Acrónimos e Abreviaturas	XVI
Índice de Figuras	XX
Índice de Quadros.....	XXII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. FUNCIONAMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	3
2.1.1. DIFERENTES TECNOLOGIAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	4
2.1.2. MODOS DE CARREGAMENTO	8
2.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
3. VEÍCULOS ELÉTRICOS NA EUROPA-28	13
3.1. POSTOS DE CARREGAMENTO NA EUROPA.....	13
3.2. PANORAMA GERAL DAS MEDIDAS DE INCENTIVO AOS EV'S.....	16
3.3. ANÁLISE DOS CINCO MELHORES CASOS E DOS CINCO PIORES CASOS.....	19
3.3.1. ANÁLISE DOS CINCO MELHORES CASOS E DOS CINCO PIORES CASOS.....	20
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
4. AS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NA EUROPA	47
4.1. EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NA EUROPA.....	47
4.2. PORTAGENS SOBRE AS EMISSÕES	49
4.3. REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NOS VEÍCULOS DE PASSAGEIROS	49
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5. OS VEÍCULOS ELÉTRICOS EM PORTUGAL	53
5.1. ANÁLISE DA SITUAÇÃO PORTUGUESA.....	53
5.1.1. SUPORTE À RENOVAÇÃO DE CENÁRIO NA MOBILIDADE AUTOMÓVEL	53
5.1.2. MOBLE	55
5.1.3. EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO DE CARROS NOVOS EM PORTUGAL ...	57
5.2. EQUAÇÕES DE TCO APLICADAS A PORTUGAL	58
5.2.1. EQUAÇÕES DE TCO	59
5.2.2. APLICAÇÃO NUMÉRICA DAS EQUAÇÕES.....	60
5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6. CASO DE ESTUDO	67

6.1. DIFUSÃO DA INOVAÇÃO.....	67
6.2. MODELAÇÃO DINÂMICA DO SISTEMA DE ADOÇÃO.....	70
6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
7. CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79

Índice de Figuras

Figura 1-Esquema dinâmico de funcionamento de um BEV (McKinsey, 2014).....	4
Figura 2- Esquema dinâmico de funcionamento de um HEV (McKinsey, 2014).	5
Figura 3- Ilustração didática de um PHEV (McKinsey, 2014).....	6
Figura 4- Esquema dinâmico de funcionamento de um reev (McKinsey, 2014).....	7
Figura 5- Esquema dinâmico de funcionamento de um FCEV(McKinsey, 2014).	7
Figura 6- Carregamento "Modo 1".....	9
Figura 7- Carregamento "Modo 2".....	9
Figura 8- Carregamento "Modo 3".....	9
Figura 9- Carregamento "Modo 4".....	10
Figura 10- Carregador modelo "Delta EV DC Quick Charger".....	10
Figura 11- Postos de Carregamento Normal na Europa (Peeters, 2017).	14
Figura 12- Postos de Carregamento Rápido na Europa.	15
Figura 13- Mapa ilustrativo da Europa de acordo com o tipo de Incentivas (McKinsey, 2016).	17
Figura 14- Registros de EV's em 2025/2016 (Peeters, 2017).....	19
Figura 15- Novos registros de EV'S na Noruega desde 2010 (Peeters, 2017).	22
Figura 16- Quota de mercado dos EV's na Noruega (Peeters, 2017).	23
Figura 17- Postos de carregamento público na Noruega (Peeters, 2017).	24
Figura 18- Novos registros de EV's no reino Unido (Peeters, 2017).	25
Figura 19- Quota de mercado no Reino Unido (Peeters, 2017).	26
Figura 20- Postos de carregamento públicos no Reino Unido (Peeters, 2017).....	27
Figura 21- Novos registros de EV's na França (Peeters, 2017).....	28
Figura 22- Quota de mercado na França.(Peeters, 2017).....	29
Figura 23- Postos de carregamentos públicos na França (Peeters, 2017).	30
Figura 24- Novos registros de EV's na Alemanha (Peeters, 2017).	31
Figura 25- Quota de mercado da Alemanha (Peeters, 2017).	32
Figura 26- Postos de carregamento públicos na Alemanha (Peeters, 2017).	32
Figura 27- Novos registros de EV's na Holanda.	33
Figura 28- Quota de Mercado na Holanda (Peeters, 2017).....	34
Figura 29- Postos de carregamento públicos na Holanda (Peeters, 2017).	35

Figura 30- Comparação dos registos de 2015 e 2016 de novos EV's entre os melhores e piores mercados da Europa.	44
Figura 31- Emissões de gases de efeito estufa em 1990 (Explained, 2017).	48
Figura 32- Emissões de gases de efeito estufa em 2015 (Explained, 2017).	48
Figura 33- Evolução das emissões de CO ₂ dos novos automóveis de passageiros pelo tipo de combustível (Fontaras <i>et al.</i> , 2017).	50
Figura 34- Cartão utilizado em Portugal para o carregamento elétrico público.	55
Figura 35- Postos de carregamento rápido em Portugal (UVE, 2017a).	56
Figura 36- Postos de carregamento público em Portugal (Peeters, 2017).	57
Figura 37- Quota EV's em Portugal 2017.	70
Figura 38- Esquema Vensim para descrever a Quota atual de EV's em Portugal.	71
Figura 39- Quota de EV's na Noruega 2017.	72
Figura 40- esquema vensim para descrever um possível modelo para a evolução de ev's em portugal.	72
Figura 41- Quota de EV's em Portugal de um plano com incentivos.	73
Figura 42- Esquema vensim para descrever um modelo discriminatório para a evolução de ev's em Portugal.	74
Figura 43- Quota de EV's em Portugal de um plano com incentivos.	75

Índice de Quadros

Quadro 1- Tempo de carregamento para fornecer 100 km de autonomia.....	11
Quadro 2- Visão geral das medidas de incentivo à compra de EV por toda a Europa (McKinsey, 2016).....	18
Quadro 3- Comparação entre os melhores mercados de EV's da Europa.	35
Quadro 4- Resumo dos valores referentes à Mobilidade Elétrica (Peeters, 2017).....	37
Quadro 5- Resumo dos valores referentes à Mobilidade Elétrica da Finlândia (Peeters, 2017).	38
Quadro 6- Resumo dos valores referentes à Mobilidade Elétrica na Dinamarca (Peeters, 2017).....	40
Quadro 7- Resumo dos valores referentes à Mobilidade Elétrica na Espanha (Peeters, 2017).	41
Quadro 8- Resumo dos valores referentes à Mobilidade Elétrica na Itália (Peeters, 2017).....	42
Quadro 9- Comparação entre os piores mercados de EV's da Europa.	42
Quadro 10- Modelo quatro gerações de UC Davis (Renewable & Agency, 2017).	45
Quadro 11- Dados discriminatórios dos impostos associados ao preço base do Smart Fortwo Cabrio (Automóvel, 2017).	62
Quadro 12- Difusão da Inovação (Rogers & Everett, 1962).....	68

1. INTRODUÇÃO

Em 1980 deu-se uma revolução histórica quando Thomas Edison deu o derradeiro passo para iluminar eletricamente as nossas cidades (Edison & Lamp, 1880). Contudo, o primeiro passo para a mobilidade elétrica já tinha começado. Entre 1832 e 1839, o escocês Robert Anderson desenvolveram um carro elétrico que usava uma bateria recarregável alimentada por um pequeno motor elétrico e posteriormente em 1888 Nikola Tesla arquitetou o primeiro motor de corrente alternada AC (Paul Andrew Schaafsma, 2012).

O que em 1832 parecia mais uma invenção a somar à comunidade científica, hoje os Veículos Elétricos tornam-se numa das medidas para preservar o nosso planeta devido à sua ausência de emissões diretas de gases de efeito de estufa (Canals Casals, Martinez-Laserna, Amante García, & Nieto, 2016) (Vehicles, 2009).

Pois o crescente desenvolvimento urbano está a ser acompanhado pelo aumento da mobilidade nos transportes e pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa (GHG). A União Europeia (UE) projeta que, nos próximos quarenta anos, a atividade de transporte aumentará cerca de 57% (2010-2050) e será a maior fonte de CO₂ (Margaritis, Anagnostopoulou, Tromaras, & Boile, 2016). Para reduzir estas perspetivas, a UE procura um sistema de transporte mais sustentável e descarbonizado (European Commission, 2011).

A entrada de veículos elétricos (EV's) nos mercados europeus é vista como um aspeto importante para a mobilidade com baixas emissões de carbono (Morton, Anable, & Nelson, 2016).

No entanto, os EV's têm características que condicionam a sua entrada nos mercados, como o seu alto custo, a rede limitada de infraestruturas de carregamento, o seu alcance máximo e a falta de disseminação de informação (Labeye, Hugot, Brusque, & Regan, 2016) bem como o risco de investimento (McDowall, 2014). Os governos globais têm usado uma grande variedade de incentivos para facilitar a entrada de EV's, incluindo subsídios à compra e investimentos públicos em estações de carregamento (ICCT, 2016).

Neste trabalho apresentamos uma descaracterização completa dos EV's, tanto a nível tecnológico como a nível político.

No Capítulo 2, apresentamos uma revisão bibliográfica sobre as características mecânicas do funcionamento do veículo elétrico. No Capítulo 3, apresentamos a posição dos Ev's por toda a Europa e uma análise comparativa entre os melhores e os piores casos. No Capítulo 4 abordamos as emissões de Dióxido de Carbono na Europa e as suas políticas articuladas. No capítulo 5, falamos sobre Portugal, o estado das suas emissões, a posição dos veículos elétricos no seu mercado. No capítulo 6 apresentamos um caso de estudo, onde recorreremos ao programa Vensim, para criar um plano de incentivo à compra de veículos de baixas emissões baseado no plano de sucesso da Noruega.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo começamos por abordar as tecnologias dos veículos elétricos existentes. Com esta revisão procuramos realçar a importância dos diferentes modelos de automóveis elétricos no mercado. Em seguida, apresentamos uma revisão sumária sobre os modos de carregamento e os tipos de carregadores existentes para carregar os EV's. Concluimos com uma breve revisão sobre a tecnologia atual associada à mobilidade elétrica.

2.1. FUNCIONAMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

No mercado existem vários tipos de veículos elétricos, mas todos possuem os mesmos mecanismos principais de funcionamento.

Todos os automóveis com vertente elétrica são constituídos maioritariamente por:

- Um motor elétrico, que é alimentado por energia armazenada na bateria;
- Uma bateria de lítio com grande capacidade de armazenamento;
- Um controlador que gere o desempenho do motor e gere a quantidade de energia que esta fornece ao motor;
- Travões regenerativos, que se situam nas rodas e aproveitam a energia que se perde nas travagens, não se desgastam tão facilmente e melhoram o desempenho energético do carro. Dentro do sistema de travagem encontra-se um pequeno motor elétrico que funciona em parceria com os travões;
- Equipamento auxiliar como as luzes;
- Sistema de aquecimento;
- Etc.

No Inverno tanto a bateria como o sistema de aquecimento podem consumir muita energia armazenada, diminuindo assim o alcance do veículo tornando o otimizador de energia um equipamento de grande utilidade (McKinsey, 2016).

2.1.1. DIFERENTES TECNOLOGIAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Veículos elétricos movidos a bateria (BEV)

Os BEV são veículos com uma condução completamente elétrica, são impulsionados por um motor elétrico que é abastecido pela energia contida numa bateria de bordo. Têm maior nível de eficiência energética de todos os veículos de propulsão, capazes de converter 80% da energia em movimento. A sua autonomia é limitada, tendo um alcance aceitável de condução entre os 80 a 400 km. A bateria utilizada é de custo bastante elevado, pois tem uma grande capacidade de armazenamento e utiliza a “*Li-on Technology*”. O seu carregamento pode ser feito diretamente na rede, ou seja, pode ser feito em casa ou nos postos de abastecimento públicos. Este modelo não tem qualquer tipo de emissões prejudiciais para o ambiente e o seu motor é de baixa sonoridade. Contudo, ainda existem poucos postos de abastecimento públicos, demoram algum tempo a serem carregados e para já não estão preparados para viagens de longo alcance (McKinsey, 2016) (McKinsey, 2014).

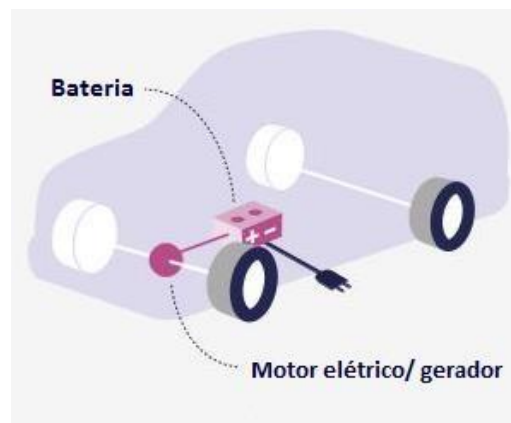


FIGURA 1-ESQUEMA DINÂMICO DE FUNCIONAMENTO DE UM BEV (McKinsey, 2014).

Veículos elétricos Híbridos (HEV)

Este modelo já está no mercado há 15 anos, tem uma configuração paralela de condução com o motor interno de combustão e o motor elétrico. O motor de combustão é o

principal e o motor elétrico apenas auxilia a condução, sendo de menor porte. A condução elétrica é apenas feita em pequenas velocidades e em pequenas distâncias, sendo o seu alcance entre 0 e 10 km. A bateria deste veículo não pode ser carregada na rede, é usualmente carregada com o movimento do carro. Tem baixos consumos de combustíveis e baixas emissões de gases nocivos.

Dentro do modelo Híbrido temos 2 vertentes, o Híbrido paralelo e o Híbrido de série paralela. No Híbrido paralelo o motor elétrico e o motor de combustão trabalham em conjunto. No Híbrido de série paralela o carro pode ser conduzido apenas no modo elétrico, mas apenas em pequenas distâncias.

O HEV apesar de ter a vertente elétrica, liberta gases de efeito de estufa, é dependente do petróleo, o motor produz poluição sonora e é tecnologicamente complexo (McKinsey, 2016) (McKinsey, 2014) .

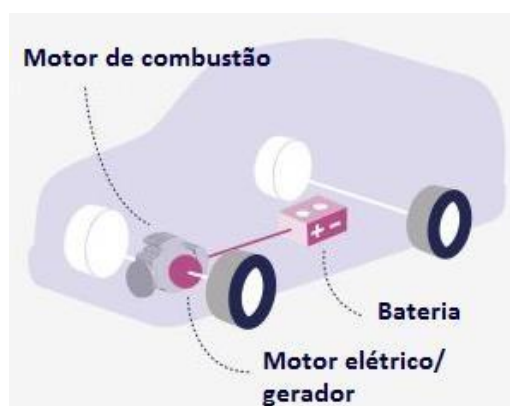


FIGURA 2- ESQUEMA DINÂMICO DE FUNCIONAMENTO DE UM HEV (McKinsey, 2014).

Veículos elétricos Híbridos *Plug-in* (PHEV)

Neste exemplar o sistema elétrico e o sistema convencional estão preparados para trabalharem em conjunto ou em separado. A bateria da patente elétrica pode ser carregada na rede e o motor de combustão suporta o motor elétrico quando a esta tem pouca energia. O alcance da condução elétrica feita por estes carros é mais baixo do que os BEV é entre os 20 e os 85 km e as baterias além de serem pequenas são mais caras do que os BEV.

Este modelo se tiver uma condução elétrica não liberta emissões nocivas e tem elevada eficiência energética, mas se utilizar o sistema convencional os seus consumos e os gases libertados são maiores do que um carro de combustão interna, devido ao peso ao aumento da massa que da componente elétrica (McKinsey, 2016).

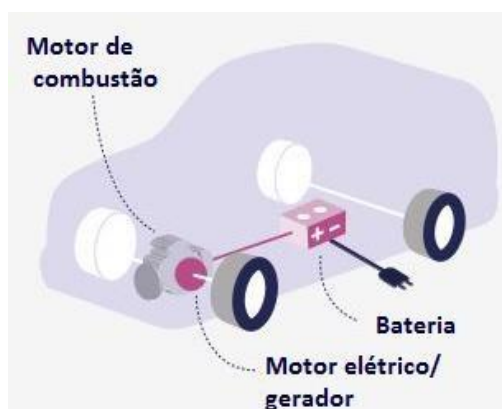


FIGURA 3- ILUSTRAÇÃO DIDÁTICA DE UM PHEV (McKinsey, 2014).

Veículo elétrico com alcance estendido (REEV)

Os veículos têm a configuração de um veículo Híbrido. Porém o motor elétrico é o responsável pela condução, tendo um alcance entre os 70 e os 145 km, mas não está ligado à configuração das rodas, como nos outros modelos. O motor de combustão de pequeno porte é utilizado para recarregar a bateria, para impulsionar o motor elétrico e quando o alcance máximo da condução elétrica é alcançado é o responsável pela condução. Neste modelo a bateria pode ser carregada na rede.

Como tem características muito semelhantes à do BEV tem uma eficiência energética elevada e pode ser carregado em casa, mas tem uma complexidade tecnológica acrescida (McKinsey, 2016).

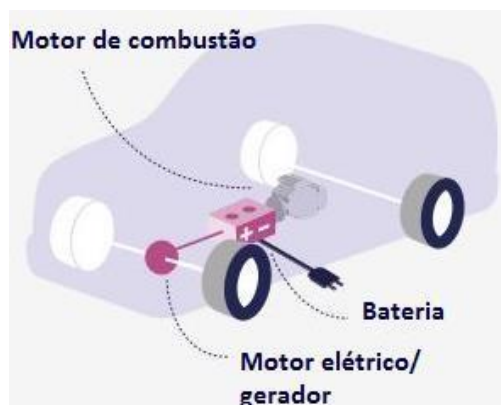


FIGURA 4- ESQUEMA DINÂMICO DE FUNCIONAMENTO DE UM REEV (McKinsey, 2014).

Veículo elétrico com célula de combustível (FCEV)

A tecnológica apresentada por este exemplar é completamente diferente dos modelos explicados anteriormente. Este carro em vez de ter uma bateria recarregável possui uma célula de combustível que produz uma reação “ilimitada” até o combustível acabar entre o oxigénio do ar e o combustível hidrogénio que produz eletricidade para o motor elétrico e liberta água. O alcance deste veículo é entre os 160 e os 500 km e é de fácil abastecimento. A sua eficiência energética é alta, não liberta gases nocivos para atmosfera e não produz poluição sonora, mas ainda existem muitos poucos carros no mercado devido à falta de postos de abastecimento e a obtenção de hidrogénio (McKinsey, 2016).

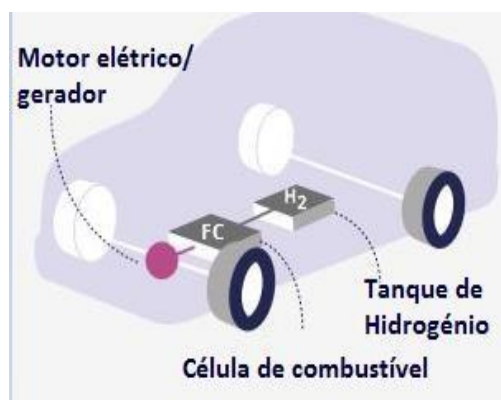


FIGURA 5- ESQUEMA DINÂMICO DE FUNCIONAMENTO DE UM FCEV (McKinsey, 2014).

2.1.2. MODOS DE CARREGAMENTO

O carregamento de veículos elétricos a bateria e de veículos elétricos híbridos *plug-in* pode ter várias formas. Atualmente, existem três modos básicos de carregamento, os carregamentos *plug-in*, a reposição da bateria e o carregamento por *wireless*. A fonte de carregamento é expressa em quilo-watts (kW). O nível de potência proveniente da fonte de carregamento, depende da tensão e do nível máximo da corrente da fonte de alimentação e assim se determina a rapidez com que a bateria pode ser carregada. A eletricidade que vem da rede vem em AC e as baterias armazenam a eletricidade em DC então, a eletricidade que vem da rede tem de ser convertida. Os veículos que são capazes de carregar em AC precisam do conversor “*On board AC-to-DC converter*”. As estações de carregamento DC são as mais comuns e o conversor está incorporado na instalação (McKinsey, 2014, 2016).

Atualmente existem três tipos de carregamento:

- O carregamento *plug-in* que é utilizado na maioria dos BEV e PHEV na Europa, e pode ser feito em casa ou nos postos públicos;
- A reposição da bateria que consiste em trocar a bateria usada por uma nova, o que é muito dispendioso;
- O carregamento por *wireless* que é ainda um projeto piloto, neste tipo de carregamento não irá existir contacto físico entre a infraestrutura de carregamento e o veículo (McKinsey, 2016);

Os carregamentos *plug-in* são os mais comuns e têm quatro modos de carregamento, conforme as necessidades do condutor e as capacidades da bateria. Os veículos com baterias mais pequenas, como é o caso dos veículos elétricos híbridos *plug-in* podem carregar até a um máximo de 3,7 kW. Os veículos elétricos a bateria por terem uma bateria de maior porte conseguem lidar com potências até aos 120 kW (McKinsey, 2014). Os quatro modos de carregamento podem ser descaraterizados da seguinte forma:

- O carregamento lento o “*Modo 1*”, pode ser efetuado através de uma fonte de alimentação doméstica e de um carregador com três pinos que não necessita de instalação adicional de material de carregamento. Neste caso o veículo já vai ter de ter incorporado um conversor de corrente (McKinsey, 2016; The & Energy, 2013);



FIGURA 6- CARREGAMENTO "MODO 1".

- O “Modo 2” de carregamento lento ou semirrápido providencia também corrente AC e também pode ser feito em casa, mas o carregador tem o dobro da potência que o “Modo 1” o que implica a necessidade de instalação de equipamento de segurança de manejo de altos níveis de voltagem (McKinsey, 2016; The & Energy, 2013);

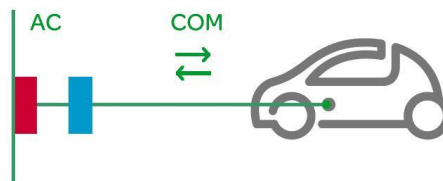


FIGURA 7- CARREGAMENTO "MODO 2".

- O “Modo 3” engloba o carregamento lento, semirrápido e carregamento rápido também é feito com corrente AC mas neste caso existe um cabo que permite carregamentos com maiores níveis de potência (McKinsey, 2016);



FIGURA 8- CARREGAMENTO "MODO 3".

- No “Modo 4” de carregamento rápido, o equipamento de carregamento já inclui um conversor de AC/DC, o carregamento é feito de uma forma mesmo rápida, mas existem perdas de energia durante o carregamento. A instalação da infraestrutura de carregamento é três vezes mais cara do que um simples carregador AC e o carregamento

rápido diminui o tempo de vida da bateria porque reduz o seu número dos ciclos de carregamento (McKinsey, 2016).



FIGURA 9- CARREGAMENTO "MODO 4".

A instalação dos carregadores domésticos e dos públicos necessitam de licenças e de inspeções regulamentares, com o seu devido plano urbano de luz e de segurança. O preço das infraestruturas com o aumento da adesão aos carros elétricos tem tendência a baixar. A empresa “*Delta products*” em Fremont Califórnia desenvolveu um carregador residencial que se conecta aos serviços públicos através de *wireless*, o que facilita a comunicação entre o utilizador e o carregador a um baixo custo (Features, Rfid, Ip, & Applications, 2016) (The & Energy, 2013)



FIGURA 10- CARREGADOR MODELO "DELTA EV DC QUICK CHARGER".

No Quadro seguinte temos o tempo de carregamento para fornecer 100 km de autonomia a um veículo elétrico (adaptado de: (McKinsey, 2016)).

QUADRO 1- TEMPO DE CARREGAMENTO PARA FORNECER 100 KM DE AUTONOMIA.

Potência/ Corrente / Modo	Tempo	Localização
120 kW DC Modo 4	10 Minutos	Estações de carregamento (futuro padrão)
50 kW DC Modo 4	20 a 30 minutos	Estações de carregamento (padrão utilizado)
22 kW AC (trifásico) Modo 3	1 a 2 horas	Maioria dos postos de Carregamento
10 kW AC (trifásico) Modo 3	2 a 3 horas	Carregamento doméstico
7,4 kW AC (monofásico) Modo 1/ Modo 2	3 a 4 horas	Postos de abastecimento Público
3,3 kW AC Modo 1/ Modo 2	6 a 8 horas	Carregamento doméstico

2.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No capítulo dois foram discriminados os tipos de veículos elétricos existentes na atualidade.

Pela sua descaracterização podemos concluir que o veículo elétrico a bateria (BEV) é a escolha mais vantajosa e ecológica, pois não emite qualquer tipo de emissões prejudiciais para o ambiente durante a sua utilização e é uma tecnologia que se encontra próxima da sua fase madura.

Os veículos elétricos com célula de combustível também não produzem emissões prejudiciais para a atmosfera e libertam água durante a sua atualização, mas ainda estão numa fase mais robusta.

Em relação aos carregamentos, é de esperar que os carregadores atinjam melhores tempos de carregamento, apesar que vinte a trinta minutos já são tempos muito favoráveis para os condutores.

3. VEÍCULOS ELÉTRICOS NA EUROPA-28

Neste capítulo está sumariado a situação da difusão dos EV's na Europa 28. É exposto a rede de postos de carregamento elétrico que sustenta a mobilidade elétrica por toda a Europa e as medidas políticas que suportam a entrada da mobilidade elétrica na Europa.

É também feita uma comparação detalhada dos cinco melhores e dos cinco piores mercados europeus em relação aos EV's, pois seria um trabalho muito extenso se todos os vinte e oito países fossem analisados e as conclusões da abordagem total seriam as mesmas da abordagem escolhida.

3.1. POSTOS DE CARREGAMENTO NA EUROPA

As infraestruturas de carregamento têm de crescer ao mesmo tempo que a venda de veículos aumenta. “*The Alternative Fuels Infrastructure Directive*” diz que deve de existir pelo menos um posto de abastecimento por dez veículos elétricos (Parliament, 2014).

Em 2017, por toda a Europa estão contabilizados 95 905 postos de carregamento normal com potências entre os 3 e os 22 kW. Este número engloba os postos privados, semiprivados e os públicos (Peeters, 2017).

Na Holanda encontramos 29 094 postos de abastecimento, na Alemanha 18 078, no Reino Unido 12322, na Noruega 8754, na Bulgária, Chipre, Islândia e Lituânia 125 postos (Peeters, 2017) (McKinsey, 2016).

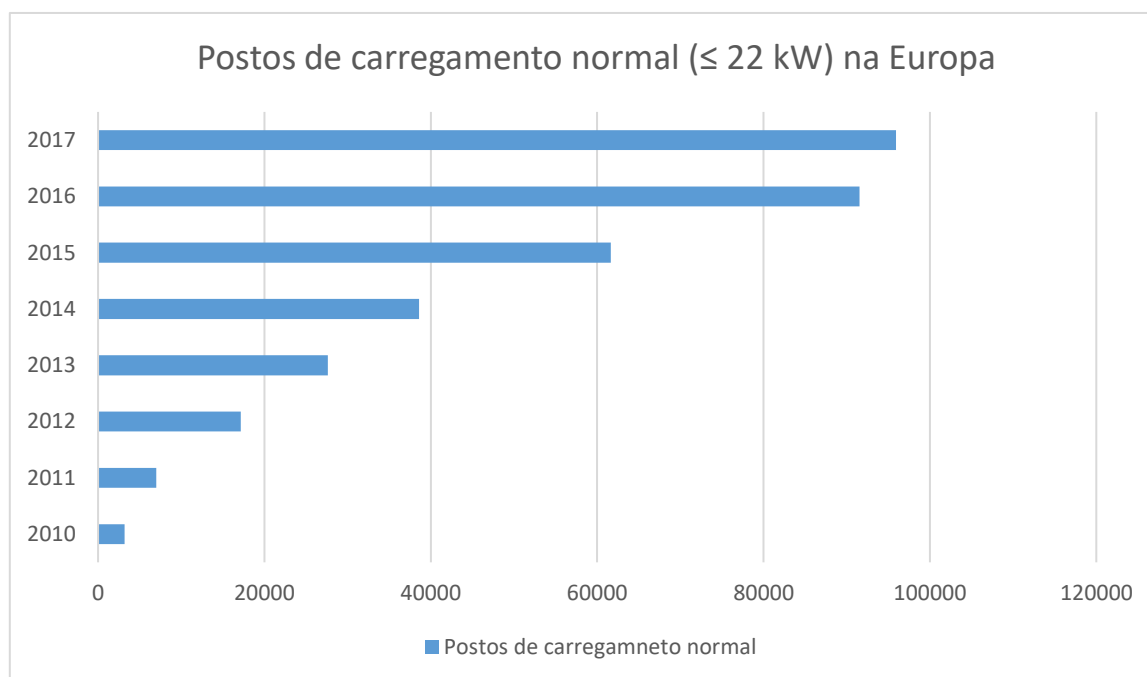


FIGURA 11- POSTOS DE CARREGAMENTO NORMAL NA EUROPA (Peeters, 2017).

A EU criou o programa “*Trans-European Transport Network*” que apoia a construção de postos de carregamento por toda a Europa. Investiu quatro milhões de euros no desenvolvimento de 115 postos de carregamento rápido nas autoestradas do norte da Europa, para ajudar os veículos elétricos a percorrerem longas distâncias e promover o transporte sustentável (INEA, 2016).

O Quadro 1 representa de uma forma geral os tipos de carregamentos, mas cada empresa que produz os carregadores adapta esta informação aos seus produtos. Na Europa o investimento em carregadores rápidos entre o Modo 3 e o Modo 4 está a ser alvo de grandes apostas, no mercado existem maioritariamente os seguintes tipos de carregadores:

- “*Type 2 AC Connector*” conhecido como *Mennekes*, é o conector CEI 62196 tipo 2. Tem uma forma circular, com uma borda superior achatada e tem a capacidade de carregar elétricos entre a capacidade de 3 a 70 quilowatts. É um carregador que se enquadra no entre o Modo 1 e o Modo 2;
- “*Tesla Supercharger*” é um super alimentador de carregamento rápido de corrente DC que fornece até 135 kW de potência. O modelo Tesla S com o carregamento de 85 kWh

carrega em cerca de trinta minutos e consegue um alcance de 270 km. Um carregamento total demora setenta e cinco minutos. Este carregador enquadra-se no modo 4;

- O “*Charge de Move*” é um carregador rápido que oferece 62,5 kW de corrente contínua de alta tensão através de um conector elétrico característico. Enquadra-se no Modo 4;
- O “*Combined Charging System*” é um método de carregamento rápido para veículos elétricos de bateria que oferecem corrente contínua de alta tensão através de um conector elétrico especial derivado do conector SAE J1772 (IEC Tipo 1) ou IEC tipo 2. Como a ficha é uma combinação de um conector de AC com uma opção DC, o conector resultante também é chamado de Combustor Combo e a variante com Tipo 2 é abreviada como Combo2. Acomoda um carregamento rápido entre 200 a 450 Volts DC e até 90 kW. Enquadra-se também no modo 4 (Wikipedia, 2017a) (Peeters, 2017).

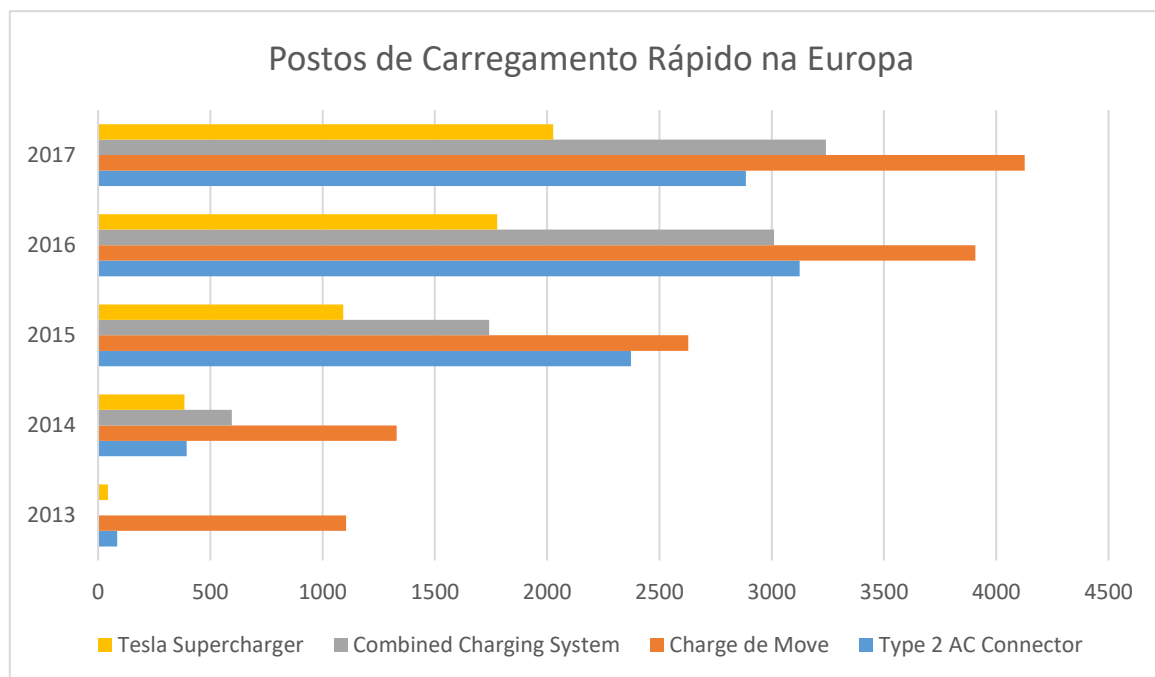


FIGURA 12- POSTOS DE CARREGAMENTO RÁPIDO NA EUROPA.

Através das Figuras 11 e 12 apresentados concluímos que existe uma grande aposta em postos de carregamento por toda a Europa. Estes números crescentes estão relacionados não só

com as diretivas apresentadas pela EU mas como também com a aposta dos governos na mobilidade elétrica e no fortalecimento do pacote de incentivos à compra do automóvel elétrico.

Em 2014 a EU queria implementar objetivos fixos de construção de postos de carregamento, o que teria resultado em 8 milhões de postos até 2020, mas esta diretiva não foi aplicada. Em vez disso, a diretiva diz que todos os países têm que criar planos para o desenvolvimento de infraestruturas de carregamento até ao fim de 2020 (Parliament, 2014) (EC, 2017).

3.2. PANORAMA GERAL DAS MEDIDAS DE INCENTIVO AOS EV'S

No final do ano de 2016, as vendas mundiais de EV, passou a barreira dos dois milhões de unidades, mais do dobro em relação a 2015. Estes resultados são o resultado do progresso tecnológico, da redução do preço do EV (as baterias estão mais acessíveis), das políticas e programas de incentivo à aderência da mobilidade elétrica, como os prémios monetários, benefícios fiscais, vantagens de condução e acesso livre aos parques de estacionamento e acesso a uma rede completa de postos de carregamento elétrico (Renewable & Agency, 2017).

A quota de mercado de vendas de EV na Europa é de 13%, para se atingir a meta de oito milhões de elétricos no final de 2020, vai ser necessário um crescimento exponencial nas vendas (John Morland, 2017) (McKinsey, 2014) .

Para os EV atingirem o seu auge, os consumidores têm de os encarar como uma escolha viável e equiparável aos veículos de combustão. O seu preço tem de estar ao mesmo nível dos ICEV. Hoje, os EV já são projetados para terem uma condução de excelência e os modelos que vão ser lançados durante o ano de 2017 e 2018 vão superar todos os modelos do mercado, tanto a nível do alcance máximo como de condução. Ou seja, os elétricos têm todas as características para competirem com os veículos a combustão. Cabe a cada país optar pelas melhores políticas, como reduzir o custo inicial dos EV, oferecer vantagens de condução e estacionamento e assegurar a existência de uma forte rede de postos de carregamento (Renewable & Agency, 2017).

A aderência à mobilidade elétrica varia por toda a comunidade europeia, mas todos os membros têm de ter o seu programa de apoio à mobilidade descarbonizada (McKinsey, 2016).

A União Europeia tem um fundo de 196 milhões de euros, para apoiar vários programas que suportam a pesquisa o desenvolvimento e a produção da mobilidade elétrica (Zubaryeva, Dilara, & Maineri, 2015). Na Figura 13 está representado o mapa da Europa, onde é perceptível os países com mais e com menos incentivos à compra de elétricos, mas nenhum país se encontra sem nenhum plano de apoio (McKinsey, 2016).

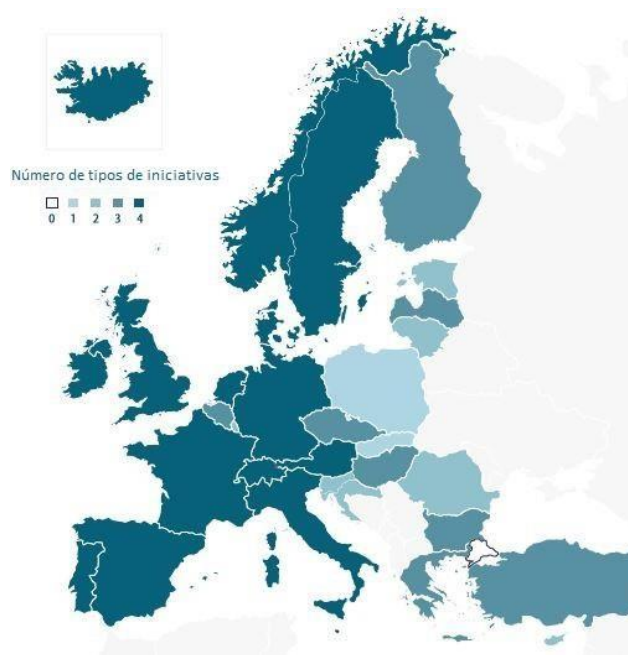


FIGURA 13- MAPA ILUSTRATIVO DA EUROPA DE ACORDO COM O TIPO DE INCENTIVAS (McKinsey, 2016).

No Quadro 2 está apresentado uma visão geral das medidas de incentivo à compra de EV por todos os países da Europa. A taxa de sucesso de penetração dos elétricos, em cada mercado está diretamente relacionada com o pacote de medidas implementadas pelos seus governos (International Energy Agency, 2016) (McKinsey, 2016).

QUADRO 2- VISÃO GERAL DAS MEDIDAS DE INCENTIVO À COMPRA DE EV POR TODA A EUROPA (McKinsey, 2016).

	Subsídios de Compra (isenção/ redução de taxas de registro, das taxas de importação, apoio financeiro à compra)	Benefícios do Proprietário (isenção da taxa anual, redução dos custos de energia e eletricidade)	Negócios e Infraestruturas de suporte	Incentivos locais (parqueamento livre, acesso às faixas dos autocarros, carregamentos grátis)
Áustria	X	X	X	X
Bélgica	X	X	X	
Bulgária	X	X		X
Croácia	X		X	
Chipre		X		X
Rep. Checa	X	X	X	
Dinamarca	X	X	X	X
Estónia			X	X
Finlândia	X	X	X	
França	X	X	X	X
Gréci	X	X		X
Alemanha	X	X	X	X
Hungria	X	X		X
Islândia	X	X	X	X
Irlanda	X	X	X	X
Itália	X	X	X	X
Letónia	X	X		X
Luxemburgo	X		X	
Lituânia	X			X
Malta	X	X	X	X
Noruega	X	X	X	X
Polónia		X		
Portugal	X	X	X	X
Roménia	X	X		
Eslováquia		X		
Eslovénia	X			X
Espanha	X	X	X	X
Suécia	X	X	X	X
Suíça	X	X	X	X
Turquia	X	X	X	X
Reino Unido	X	X	X	X

3.3. ANÁLISE DOS CINCO MELHORES CASOS E DOS CINCO PIORES CASOS

Existem países onde a mobilidade ainda se encontra numa fase prematura e existem países onde a mobilidade já se encontra numa fase mais evolucionada. Através da Figura 14, conseguimos ter noção da discrepância entre os cinco melhores mercados e os cinco piores mercados na Europa (Peeters, 2017) (EVvolumes, 2017).

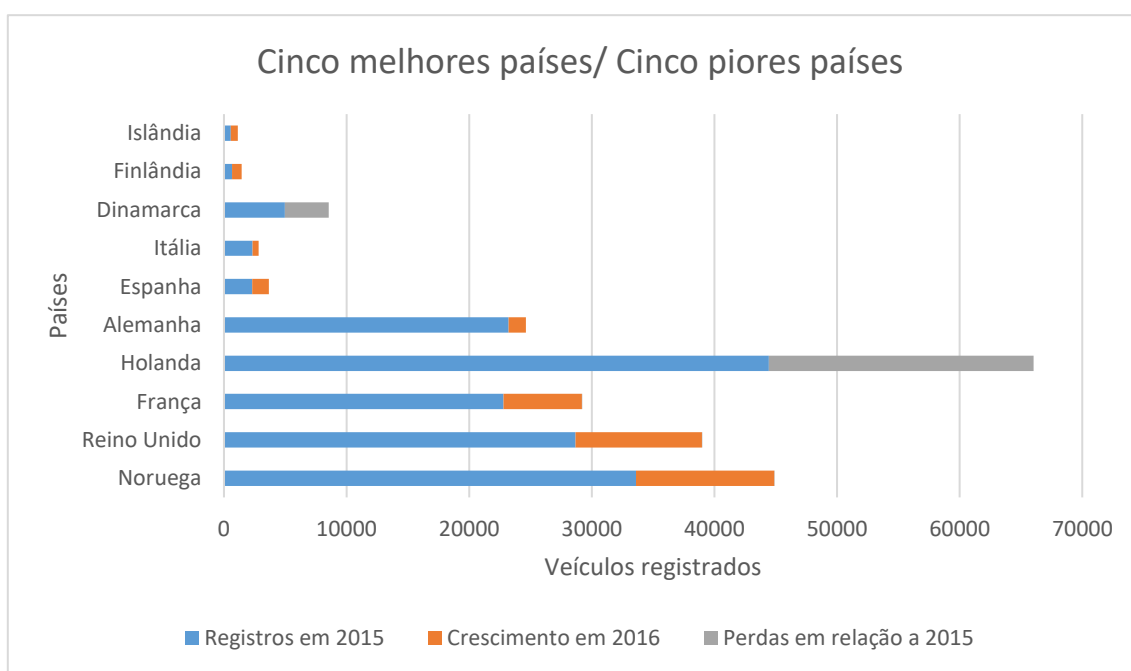


FIGURA 14- REGISTROS DE EV'S EM 2015/2016 (Peeters, 2017).

Pela literatura conseguimos concluir que existem quatro princípios fundamentais para um plano de excelência de incentivos fiscais à compra de um elétrico:

- O vendedor deve apresentar o preço real do automóvel ao condutor, como também explicar todos os benefícios burocráticos e fiscais a que tem direito;
- O vendedor deve esclarecer ao consumidor todos os descontos que beneficia, principalmente aqueles com uma indexação complexa (por exemplo, rendimento, tamanho do motor, taxas de emissão do veículo, tamanho da bateria);
- O plano de incentivo à compra de EV deve abranger todos os possíveis consumidores, como empresas, frotas e serviços;

- Os governos devem garantir a durabilidade e o melhoramento dos benefícios;

Em 2015 foram vendidos mais de 500 000 EV numa escala mundial e quase todos foram adquiridos através de planos de incentivo à compra de EV (Yang *et al.*, 2016).

Pela análise da Figura 14, podemos ver que a Noruega e a Holanda têm o plano de incentivos mais eficientes da Europa (Lutsey, 2015). Mas a Holanda no ano de 2016, teve perdas em relação a 2015 (EVvolumes, 2017), este fato deve-se à alteração das políticas de incentivo à compra de EV, os híbridos com motor convencional já começam a ser discriminados pelo governo (Peeters, 2017), ou seja, faltou um dos quatro princípios de um plano de excelência mencionado.

A França apresenta o mesmo plano de incentivos que a Noruega e a Holanda, mas não apresenta a mesma taxa de sucesso. Este fato pode ser explicado pela ausência de uma forte rede de postos de carregamento e pela falta de clareza do plano oferecido (Bakker & Jacob Trip, 2013; Li, Tong, Xing, & Zhou, 2015), mais um caso que falta um dos quatro princípios fundamentais de um plano de excelência e que tem reflexo nas vendas anuais.

Na Figura 14 também são desconcertantes os valores apresentados pela Dinamarca, pois é um país com uma economia forte, o seu PIB é relativamente próximo ao PIB da Noruega (Peeters, 2017). Pode-se concluir que altos rendimentos não estão diretamente relacionados com o elevado número de vendas (Ajanovic & Haas, 2016), mas sim com o forte pacote de incentivos utilizados por cada país (International Energy Agency, 2016).

3.3.1. ANÁLISE DOS CINCO MELHORES CASOS E DOS CINCO PIORES CASOS

De acordo com o “*THE ELECTRIC VEHICLE WORLD SALES DATABASE*”, no final de 2016 a Noruega, o Reino Unido, a França, a Alemanha e a Holanda apresentaram os cinco melhores mercados a nível europeu (EVvolumes, 2017) e enquadram-se nos oito melhores mercados a nível mundial (Renewable & Agency, 2017). A Islândia, a Finlândia, a Dinamarca, a Itália e a Espanha apresentam os cinco piores mercados da Europa (EVvolumes, 2017).

MELHORES CASOS

Noruega

A Noruega é um país situado no norte da Europa, com a área é de 323 808 km², onde vivem de 5 194 000 milhões de pessoas das quais 80% encontram-se em zonas urbanas. Este país apresenta o valor mais alto de emissões de gases de estufa dos países em estudo e possui um PIB de 513,66 milhões de euros (Peeters, 2017) (ICCT, 2016).

Desde 1990 o governo norueguês apoia da associação “*The Norwegian Electric Vehicle Association*”, que tem vindo a desenvolver um programa sustentável e credível para a mobilidade no seu país. Esta parceria teve influência nos 29% de quota de mercado atingida em 2016 (Elbilforeningen, 2017).

A associação sem fins lucrativos, “*The Norwegian Electric Vehicle Association*” introduz veículos elétricos na Noruega, por mais de 20 anos. Para além do apoio do governo, a associação conta com a ajuda da indústria automóvel e de organizações associadas para promover a Noruega como o melhor exemplo para as políticas de incentivos aos EV da Europa e do resto do mundo. Faz também parte da “*The European Association for Electromobility*” (AVERE) e da “*Electric Vehicle Association*” (WEVA) (Ev, Ev, & Geiranger, 2017).

Neste país existe a política do “poluidor-pagador”, ou seja os carros com maiores emissões pagam mais impostos, e este dinheiro é aplicado nas medidas de incentivo ao veículo elétrico.

O sucesso dos EV na Noruega é o reflexo de um conjunto de incentivos graduais que têm vindo a ser implementadas pelos diversos governos regentes. Em 1990 os elétricos ficaram isentos de taxas de importação, em 2001 receberam uma redução de 25% no valor do IVA, em 1996 o imposto anual de circulação recebeu cortes significativos, entre 1997 e 2009 estes veículos podiam circular livremente nas autoestradas e ferries, em 1999 o estacionamento municipal tornou-se gratuito, em 2005 estes podiam circular também nas faixas destinadas aos autocarros, em 2015 houve uma dedução de 25% do IVA sobre o leasing (Peeters, 2017).

Este pacote de medidas vai ser revisto e analisado em conformidade com o desenvolvimento do mercado. Até 2018 as taxas de incentivos vão permanecer inalteradas, em 2017, haverá uma revisão das medidas implementadas, como o uso das vias dos autocarros, a isenção do pagamento dos paquímetros e as portagens vão começar a ser cobradas tendo em conta os níveis de emissões de CO₂ e NO_x. Todos os partidos governamentais são apologistas que carros com

elevados níveis de emissões devem ter taxas mais elevadas do que os carros com baixos níveis de emissões. Assim, as taxas dos veículos mais poluidores podem ser usadas para financiar os incentivos aos veículos com zero emissões (Haugneland, Christina, & Hauge, 2016).

O mercado EV na Noruega tem tido um bom crescimento. Contudo, as vendas dos BEV têm vindo a estabilizar e as vendas dos PHEV têm vindo a crescer.

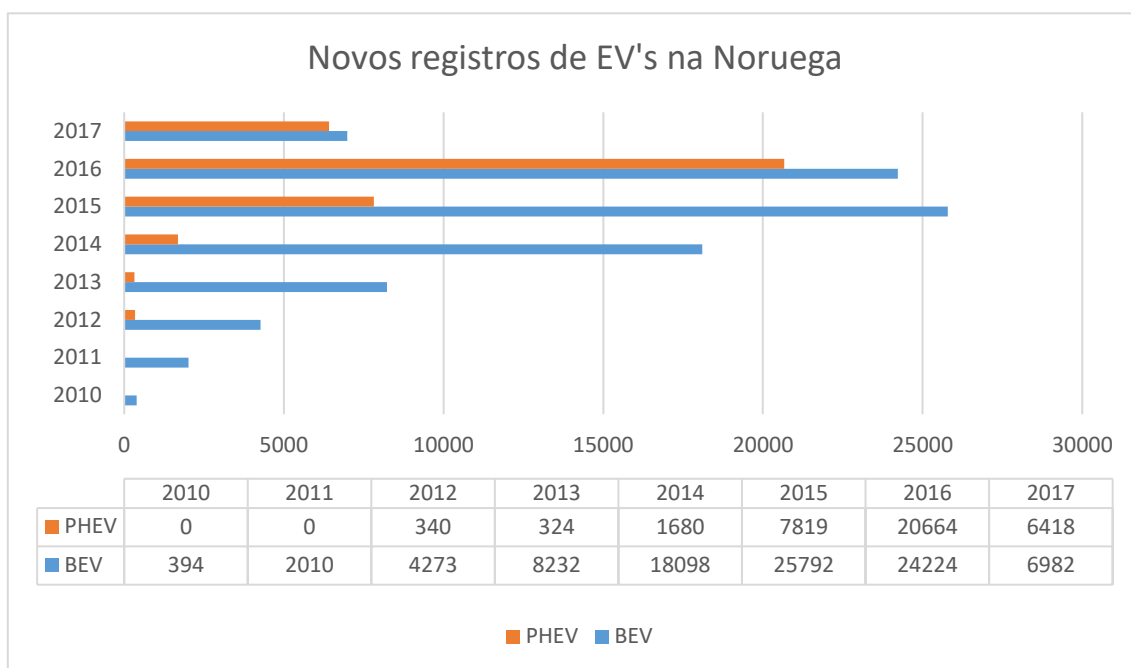


FIGURA 15- NOVOS REGISTROS DE EV'S NA NORUEGA DESDE 2010 (Peeters, 2017).

Segundo um estudo feito aos condutores de elétricos na Noruega, 23% dos possuidores de veículos elétricos diz que também é possuidor de veículos a combustão interna, pois não conseguem gerenciar as suas rotinas de longas distâncias com o elétrico. Os restantes 83% dizem que o carro elétrico é indeficiente para as suas necessidades diárias (Haugneland *et al.*, 2016). Através deste estudo pode-se explicar a evolução da das vendas dos PHEV, os consumidores em vez de optarem por ter dois veículos distintos, optam pelo PHEV que respeitam os princípios fundamentais dos veículos elétricos e dos veículos a combustão.

Os proprietários de veículos elétricos neste mesmo estudo, revelam que os seus EV foram adquiridos maioritariamente devido a razões monetárias, mas 62% diz que após a sua compra se tornaram mais conscienciosos com o tema “energia e ambiente” e 25 % pondera a implementação de painéis fotovoltaicos nas suas casas (Haugneland *et al.*, 2016).

A cota de mercado dos BEV tem estabilizado na casa dos 20% enquanto a maioria dos países a cota mantém-se no 1%. Ou seja, podemos concluir que o mercado norueguês está 5 anos à frente da média dos outros países (Haugneland *et al.*, 2016).

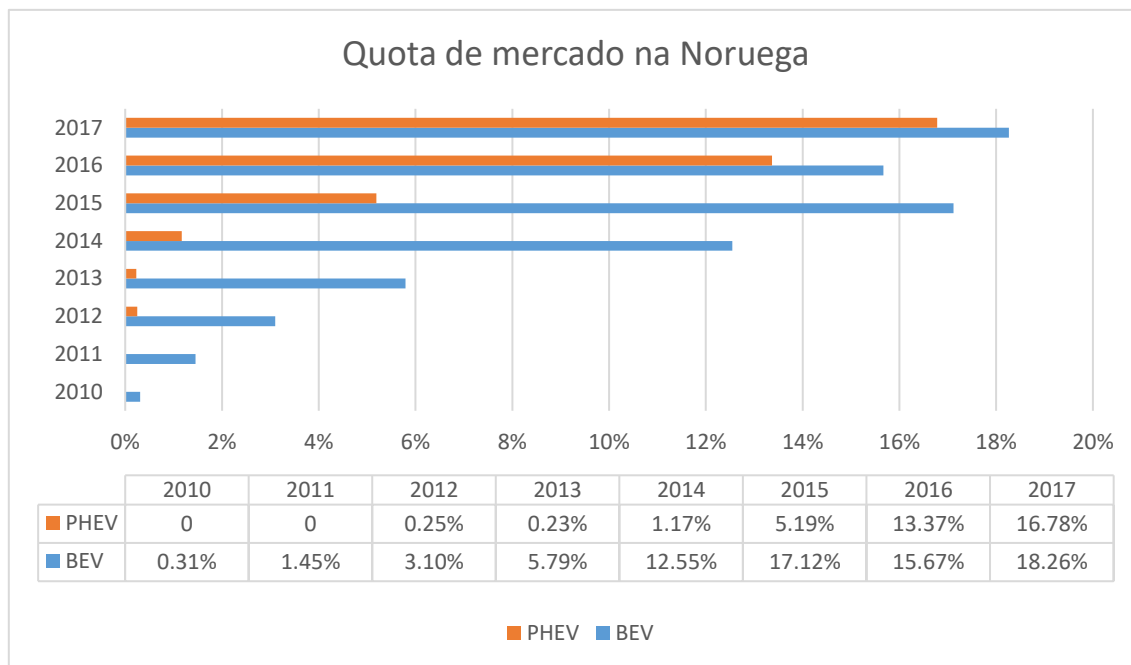


FIGURA 16- QUOTA DE MERCADO DOS EV'S NA NORUEGA (Peeters, 2017).

Cerca de 96% dos proprietários faz o carregamento do seu EV em casa, mas existe um problema para os proprietários que vivem em edifícios de apartamentos compartilhados, pois não conseguem ter um carregador doméstico individual. Nas grandes cidades, como Oslo os seus regentes implementaram postos de carregamentos neste tipo de edifícios.

Um estudo feito em 2015 mostra que apenas 7% dos proprietários dos elétricos usam postos públicos de carregamento lento no seu dia-a-dia e apenas 17% usam-nos semanalmente. Relativamente aos postos de carregamento rápido, 1% usa-os diariamente e 8% usa-os semanalmente. Mas, 3% responde “Diariamente” à pergunta “Com que frequência necessitaria de um carregamento rápido” e 15% responde “Semanalmente”, o que significa que o veículo elétrico seria mais usado, se houvesse uma melhor rede de carregamentos elétricos. Apesar da maioria dos proprietários carregar os seus veículos em casa, eles são apologistas da existência de uma rede de postos de carregamentos públicos mais eficiente, estando dispostos a pagar um valor três vezes superior ao valor doméstico, pelo serviço de carregamento público (Haugneland *et al.*, 2016).

Tendo em conta este questionário, o governo Norueguês, desenvolveu um programa de financiamento para garantir pelo menos duas estações de carregamento multi padrão nas estradas principais a cada 50 km, até ao fim de 2017.

As diretivas da União Europeia aconselham, a existência de um posto de carregamento por cada dez veículos elétricos até ao fim de 2020. Desta forma, até 2020 existirão cerca de 25 mil postos de carregamento a operar na Noruega. No final de 2017, ficará finalizado o programa financiado pelo estado norueguês em que é assegurado a existência de um posto de carregamento rápido nas estradas principais a cada 50 km (Elbilforeningen, 2017; Peeters, 2017).

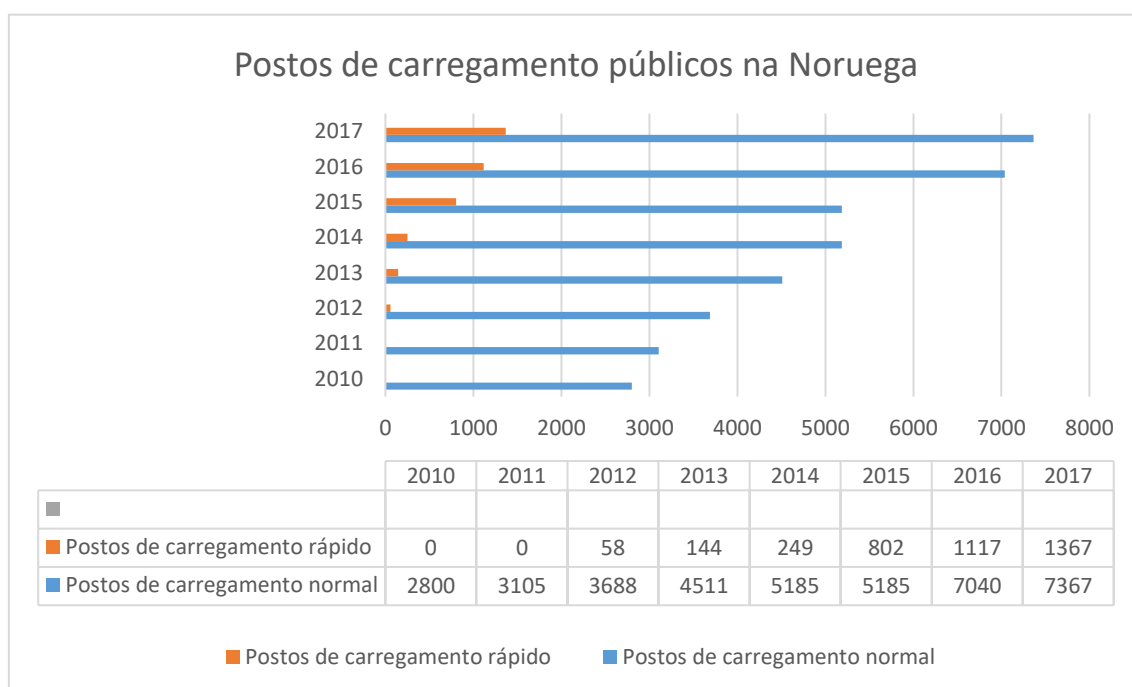


FIGURA 17- POSTOS DE CARREGAMENTO PÚBLICO NA NORUEGA (Peeters, 2017).

Reino Unido

O Reino Unido é um país com uma área de 244 820 km², onde vivem cerca de 65 081,000 pessoas e possui um PIB de 2927,95 milhões de euros (Peeters, 2017).

As vendas dos elétricos aumentaram drasticamente nos últimos 2 anos. De salientar que no primeiro semestre de 2014 apenas 500 carros eram registrados por mês e desde maio de 2016 registraram mais de 3000 EV por mês (Chris Lilly, 2017) .(Peeters, 2017)

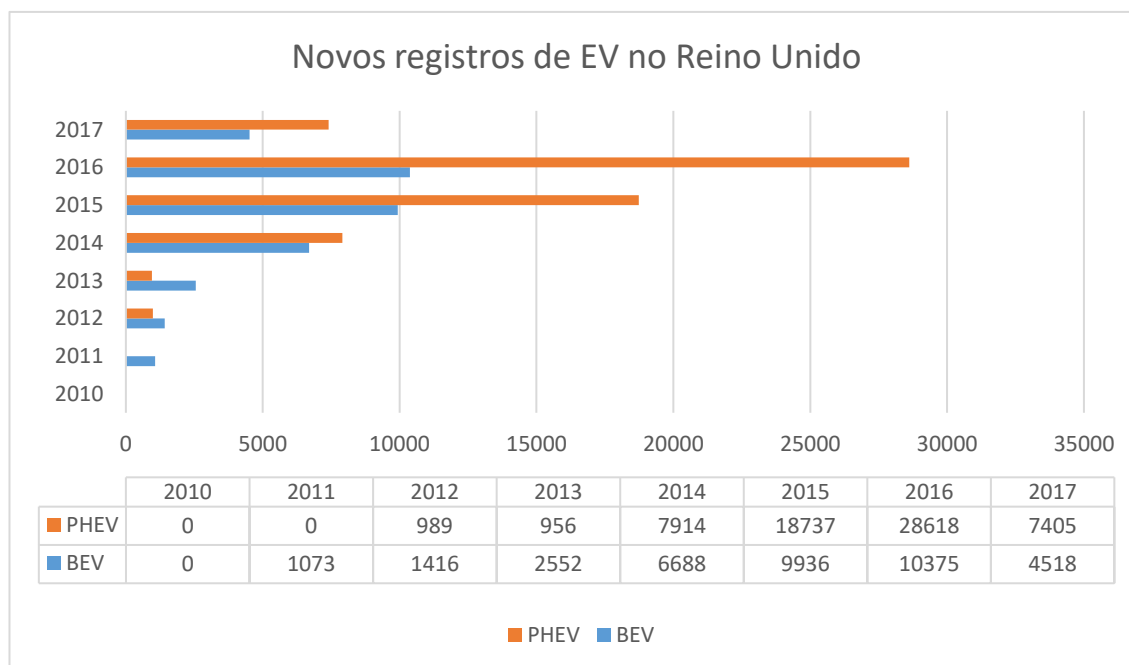


FIGURA 18- NOVOS REGISTROS DE EV'S NO REINO UNIDO (Peeters, 2017).

A percentagem de EV nos mercados em 2016 era de 1,4 % no total dos veículos registrados, agora em 2017, os registros chegam aos 1,6 %.

Desde 2011 o subsídio de 4500 libras, aproximadamente cerca de 5303 euros, foi atribuído a quem comprou um EV.

Desde o dia 1 de março, a entrega do subsídio deixou de ser linear, começou a ser entregue conforme a categoria em que o elétrico se encaixa. Os veículos elétricos foram divididos em 3 categorias distinguidas através das emissões de CO₂ e a autonomia do elétrico:

- Na categoria 1, as emissões de dióxido de carbono têm de ser inferiores a 50g/km e o alcance máximo em modo elétrico tem de ser 70km. Os veículos desta categoria continuam a beneficiar das 4500 libras.
- Na categoria 2, as emissões de dióxido de carbono têm de ser inferiores a 50g/km e o alcance em modo elétrico tem de ser entre 10km e 69km. Os veículos desta categoria beneficiam de apenas 2500 libras.

- Na categoria 3, as emissões de dióxido de carbono têm de ser entre 75g/km e 50g/km e o alcance em modo elétrico tem de ser no máximo 20km. Os veículos desta categoria beneficiam também de apenas 2500 libras.

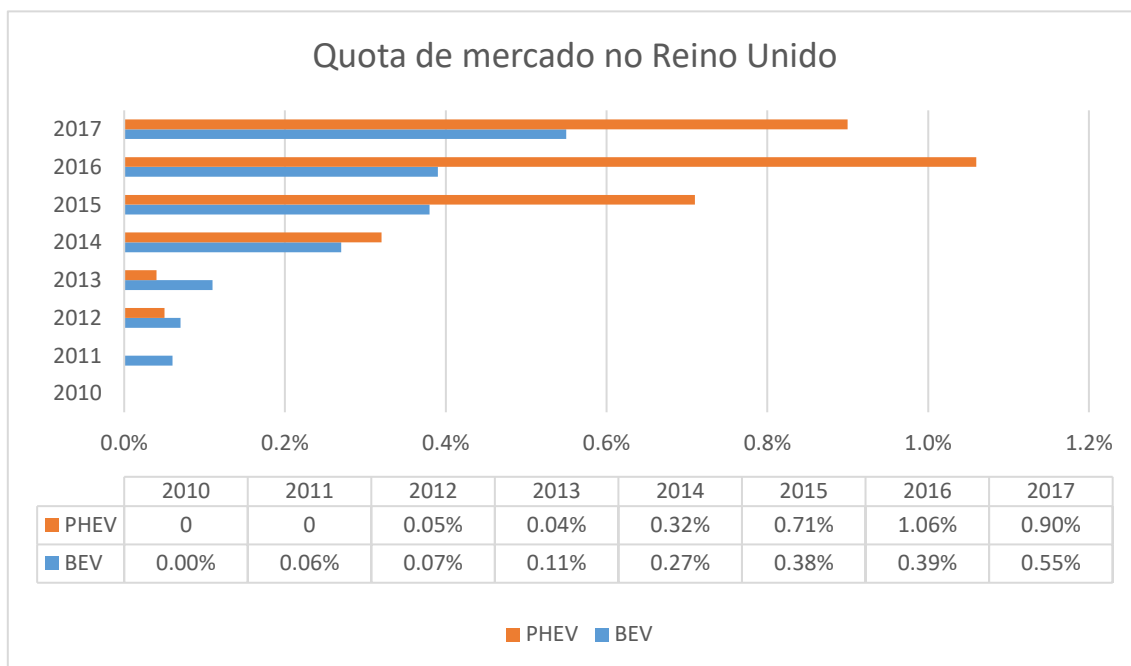


FIGURA 19- QUOTA DE MERCADO NO REINO UNIDO (Peeters, 2017).

No Reino Unido também existem regalias fiscais que influenciam o custo de um elétrico, tais como a não implementação do imposto automóvel a elétricos, mas os que custarem acima de 40.000 libras/ 47.132 euros, terão um valor simbólico a pagar, mas apenas durante o segundo e sexto ano de vida do veículo. Desta forma os consumidores podem poupar entre 130 a 140 libras por ano ou seja entre 155 e 165 euros (Peeters, 2017).

Devido à competitividade das empresas de energia, o preço da eletricidade é muito aliciante. Um condutor que tenha mudado de um veículo convencional para um elétrico ao fim de 10.000 milhas/ 16 093.44 km consegue ter uma poupança anual de 800 libras/942,651 euros (Chris Lilly, 2017).

Em 2011 haviam algumas centenas de postos de carregamento, e devido aos investimentos privados e governamentais estes valores subiram para 4300 locais de carregamento, 6700 aparelhos de carregamento até maio de 2017.

No Reino Unido também existe um incentivo de 500 libras/574 euros para quem instalar uma estação de carregamento na sua casa. E financia cerca de 75% (num plafom máximo de 7500 libras/ 8610 euros) para quem instalar de um posto de carregamento residencial na sua rua (Peeters, 2017).

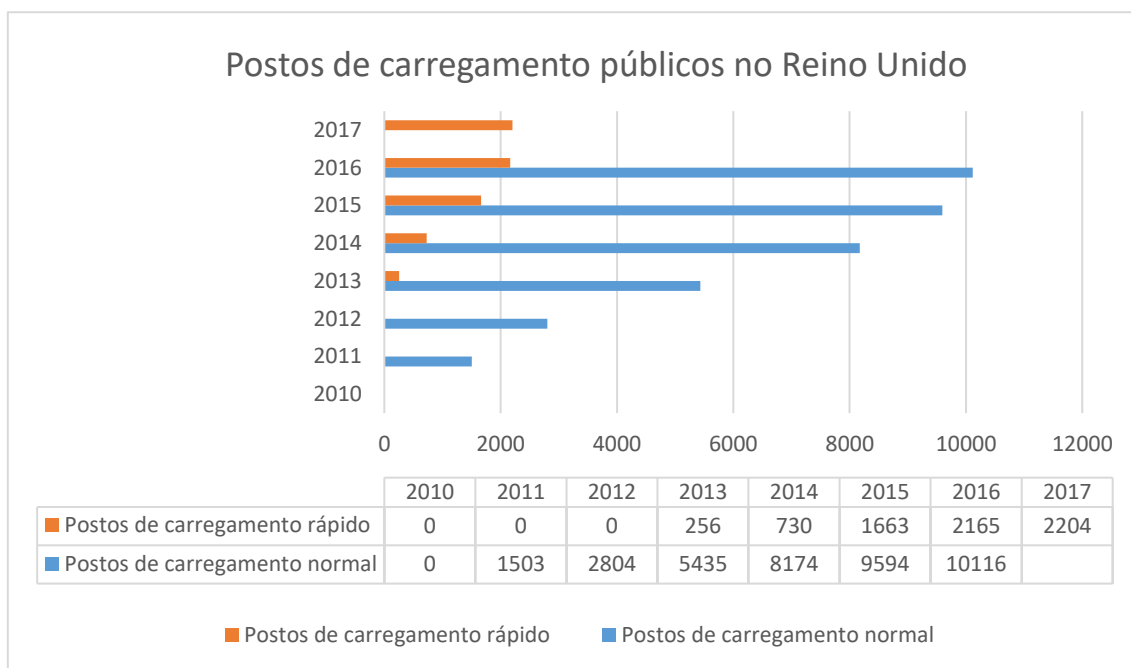


FIGURA 20- POSTOS DE CARREGAMENTO PÚBLICOS NO REINO UNIDO (Peeters, 2017).

França

A França tem uma área é de 551,500 km², onde residem cerca de 670 630 00 pessoas e possui um PIB de 2828,41 milhões de euros (Peeters, 2017).

O plano nacional para o desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos, começou em 2009. Mas, em 2008 todos aqueles que comprassem veículos com baixas emissões de dióxido de carbono, já eram premiados, independentemente se seja particular ou empresa (Diplomatie, 2017).

O governo francês também tem um bom plano de incentivo à compra de veículos elétricos, tendo como resultado o elevado número de registros de EV.

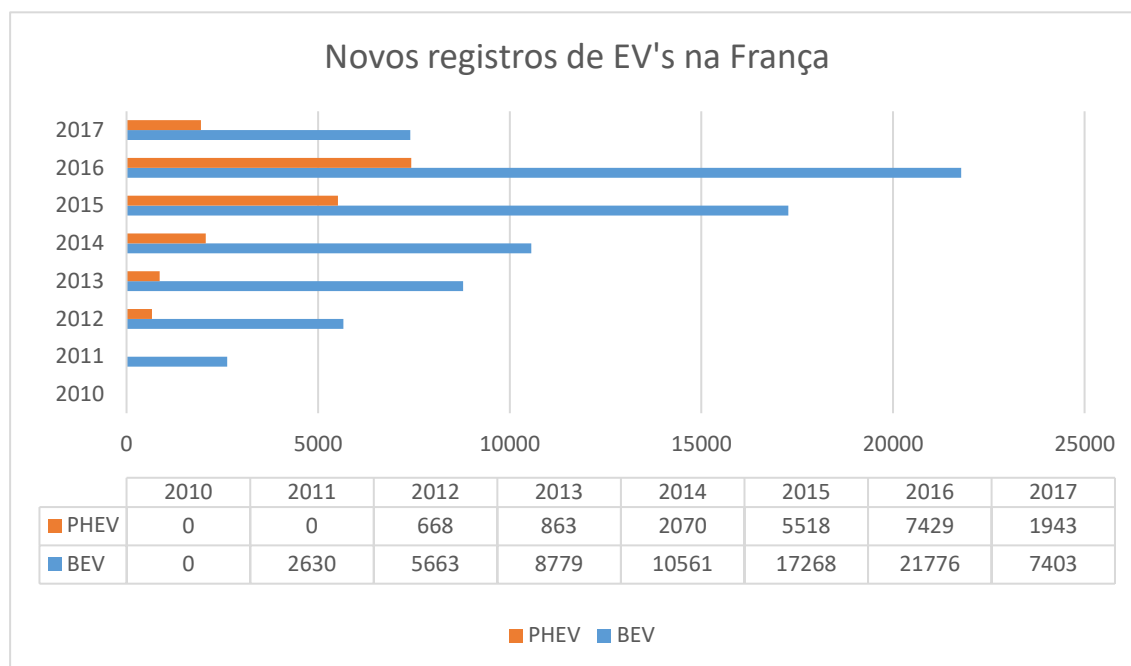


FIGURA 21- NOVOS REGISTROS DE EV'S NA FRANÇA (Peeters, 2017).

A França tem como objetivo, reduzir as suas emissões de dióxido de carbono em valores superiores a 40% até 2050.

Todos os veículos com emissões inferiores a 20g/km, beneficiam de um subsídio de 6000 euros e os veículos que emitirem entre 21 g/km e 60 g/km, recebem um subsídio de 1000 euros (Peeters, 2017). No final de 2017, o subsídio para os híbridos não recarregáveis vai deixar de ser financiado. Em 2030, espera-se que 15% dos veículos a circular na França sejam totalmente elétricos (Brief, France, & Conference, 2017).

Quem trocar o seu veículo convencional com idade a onze anos por um elétrico, recebe um prémio de 4000 euros, se se tratar de um BEV e 25000 euros se se tratar de um PHEV.

Os veículos elétricos também têm benefícios fiscais, têm isenção do imposto de estrada e isenção na taxa de registro (Peeters, 2017).

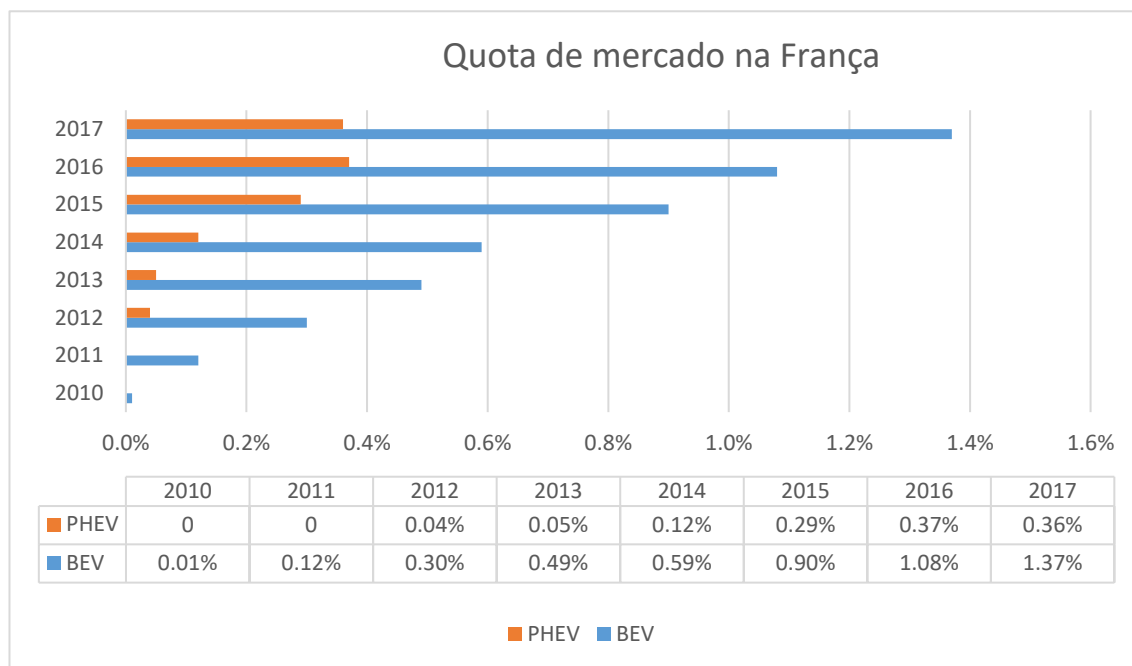


FIGURA 22- QUOTA DE MERCADO NA FRANÇA.(Peeters, 2017)

O governo francês, até 2030 programa ter cerca de sete milhões de postos de carregamento públicos. Quem instalar uma estação de carregamento em casa, terá um benefício de 30% de restituição de impostos. Em resposta ao envolvimento do governo com o desenvolvimento das atividades smart grid, no final de 2021, todas as casas terão de estar equipadas com medidores elétricos “Linky”. Em 2020, cerca de 35 milhões de habitações devem ter acesso aos dados do consumo de energia em tempo real. Este projeto terá um custo de 5 mil milhões de euros (Brief *et al.*, 2017).

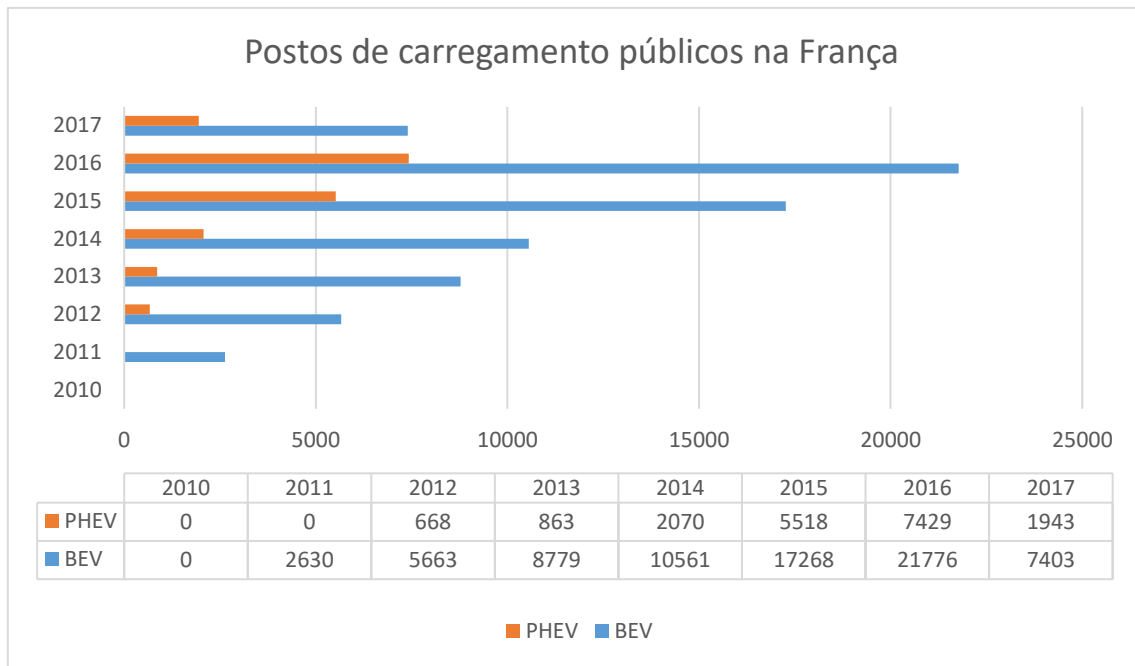


FIGURA 23- POSTOS DE CARREGAMENTOS PÚBLICOS NA FRANÇA (Peeters, 2017).

Alemanha

A Alemanha é um país situado no centro da Europa com uma área é de 357 121 km², tem uma população de 81276000 pessoas e possui um PIB de 3868,24 milhões de euros (Peeters, 2017).

A Alemanha, tem o objetivo de reduzir as suas emissões desde 1990 em 40%, até ao final de 2020. Para alcançar este objetivo, vai produzir cerca de 1 milhão de veículos elétricos até 2020, e 5 milhões de unidades até 2030 (Boosts *et al.*, 2017).

O governo tem um fundo de 600 milhões de euros para o programa de incentivos à compra de veículos elétricos até 2020.

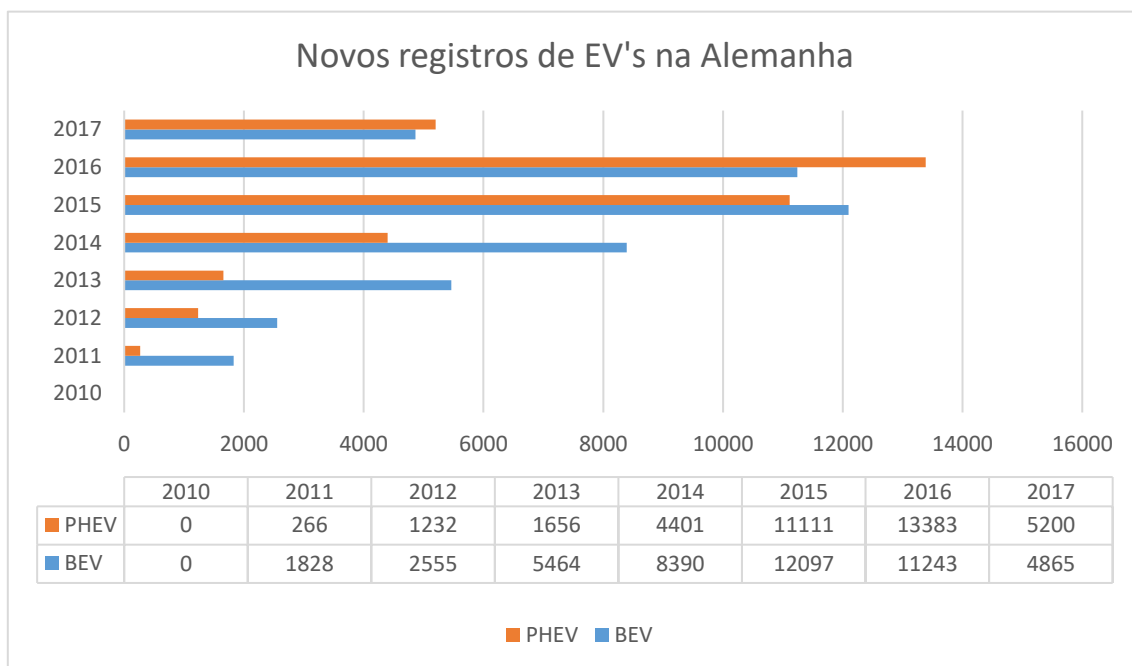


FIGURA 24- NOVOS REGISTROS DE EV'S NA ALEMANHA (Peeters, 2017).

Este fundo é distribuído da seguinte forma, os BEV têm um prémio de 4000 euros, e os PHEV, de 3000 euros. Mas, este prémio só é atribuído se o veículo custar até 60 000 euros e também só é atribuído aos primeiros 400 000 carros registrados. Os proprietários estão isentos da taxa propriedade durante 10 anos se o veículo foi matriculado até o final de 2015 e 5 anos de o veículo for matriculado até ao fim de 2020.

Na Alemanha os EV também têm acesso às faixas dos autocarros, têm lugares de estacionamento reservados e não pagam paquímetros.

No final de 2016 a sua quota de mercado era de cerca de 0,74%, um valor que já evoluiu nos primeiros seis meses do ano de 2017.

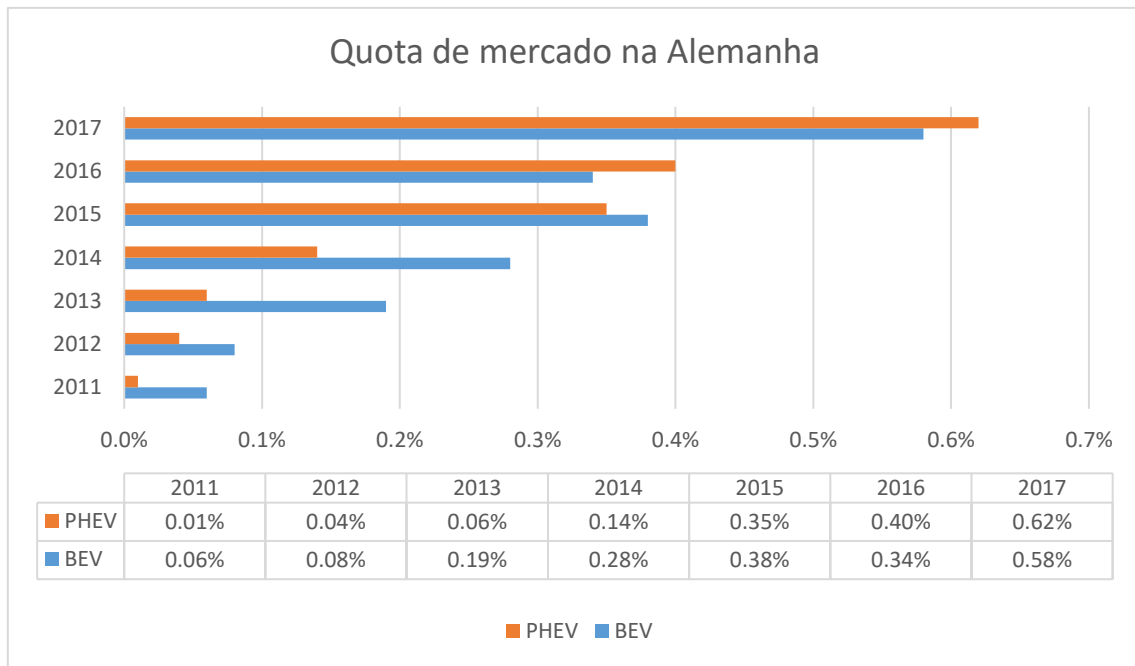


FIGURA 25- QUOTA DE MERCADO DA ALEMANHA (Peeters, 2017).

A rede de carregamento elétrico público já consegue assegurar a mobilidade elétrica, e segundo a Figura 30 é um investimento que tende a crescer, visto que no final de 2016 existiam 17 953 postos de carregamento e atualmente existem cerca de 24 667 postos de carregamento.

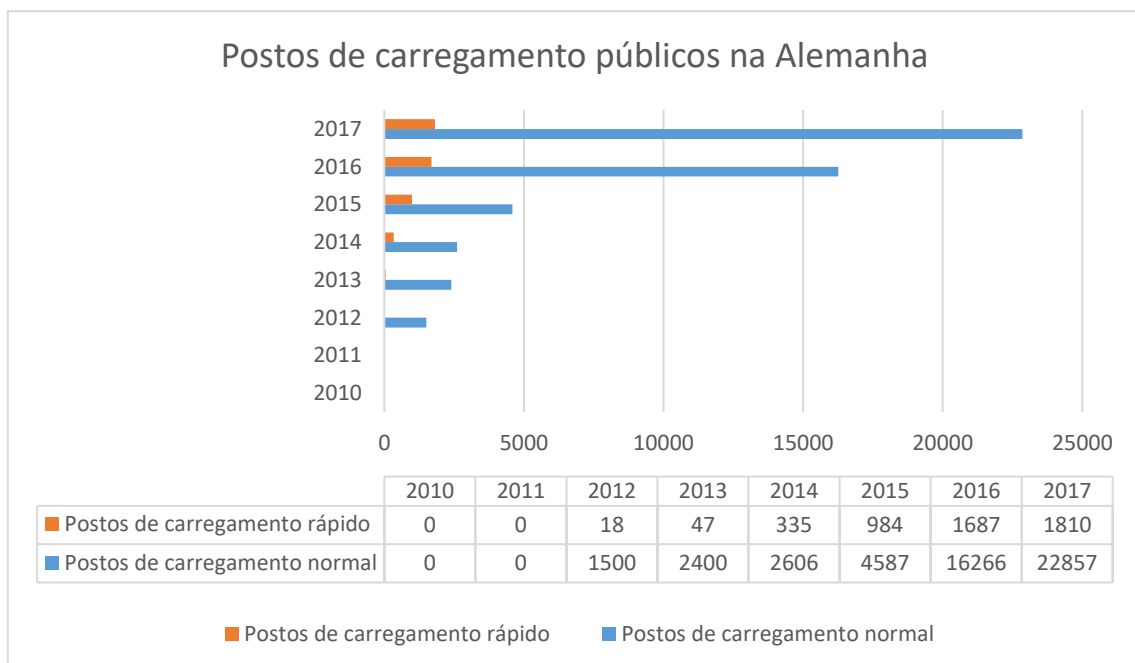


FIGURA 26- POSTOS DE CARREGAMENTO PÚBLICOS NA ALEMANHA (Peeters, 2017).

Holanda

A Holanda tem cerca 41 543 km², onde residem 16 933 000 pessoas e possui um PIB de 3868,24 milhões de euros (Peeters, 2017).

Na Holanda mais de 40 partidos representantes das autoridades públicas e da classe trabalhadora, assinaram o “National Agreement for Sustainable Growth” que tem como finalidade uma Holanda mais sustentável. No capítulo da mobilidade existe a meta de reuzir os níveis de emissões de dióxido de carbono, onde espera-se que se consiga reduzir em 17% até 2030 e 60% até 2050. Neste acordo, também ficou bem delineado que todos os veículos vendidos a partir de 2035 não podem ter emissões prejudiciais para o ambiente.

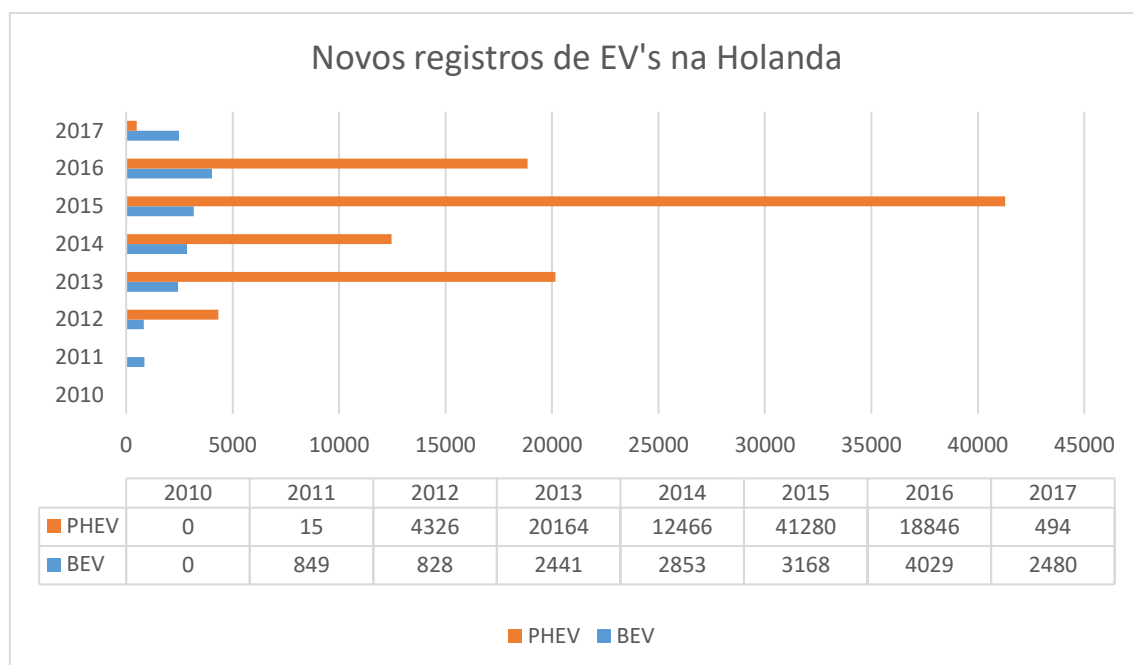


FIGURA 27- NOVOS REGISTROS DE EV'S NA HOLANDA.

A taxa de registro é aplicada consoante o nível de emissões do veículo, existem quatro níveis de emissões. Os elétricos com zero emissões não pagam a taxa de registro, os híbridos que se encontram no nível um, com emissões de dióxido de carbono entre 1g/km e 79g/km, pagam seis euros por cada grama; no nível dois, encontram-se os veículos com emissões entre 80 g/km e 106 g/km, onde cada grama fica a sessenta e nove euros; no último nível, onde as emissões são superiores a 174 g/km de dióxido de carbono, cada grama fica a quatrocentos e setenta e seis euros.

Os veículos com zero emissões, não pagam o imposto de circulação. Os híbridos *plug-in*, com emissões inferiores a 51 g/km de dióxido de carbono pagam metade do imposto cobrado aos veículos convencionais.

A Holanda tem um sistema de impostos dedutível, ou seja, todos os investimentos em tecnologias sem emissões e postos de carregamentos entram nas contas finais dos impostos. Tendo em atenção que este sistema não se aplica aos híbridos com motor convencional.

Entre 2017 e 2020, todas as medidas definidas no acordo para os veículos híbridos *plug-in*, vão ser ajustadas de modo a que tenham as mesmas regalias que um veículo convencional.

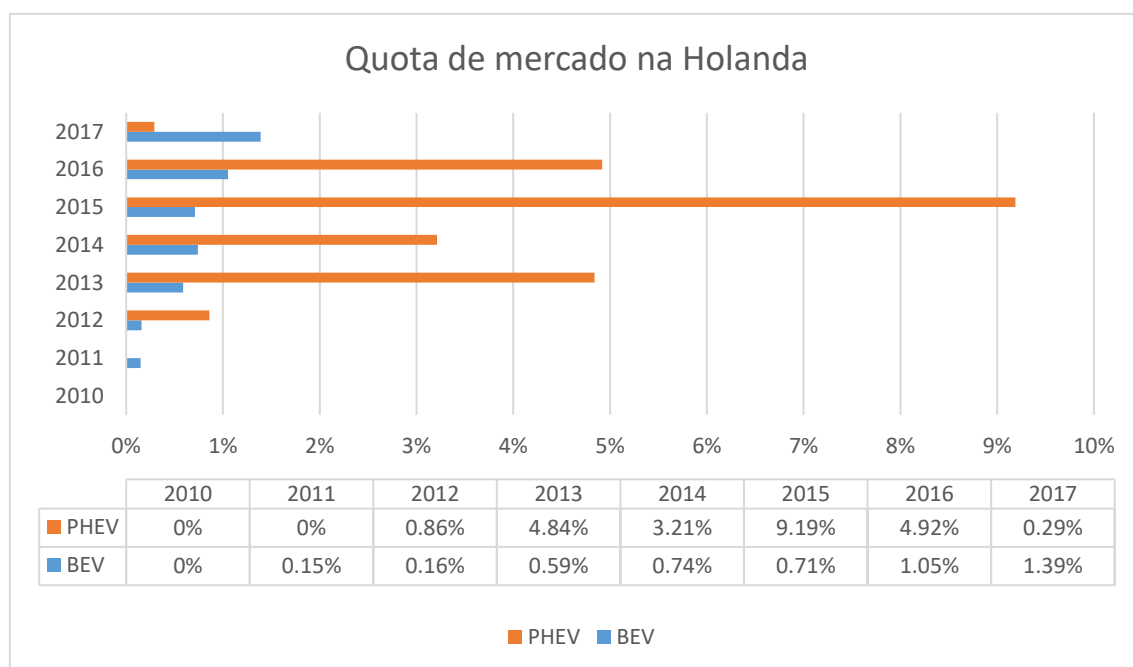


FIGURA 28- QUOTA DE MERCADO NA HOLANDA (Peeters, 2017).

A Holanda também consegue assegurar a mobilidade elétrica pois já possui cerca de 28668 postos de carregamentos públicos e se o padrão crescente da Figura 33 se manter, pode-se dizer que este número de postos de carregamento vai aumentar.

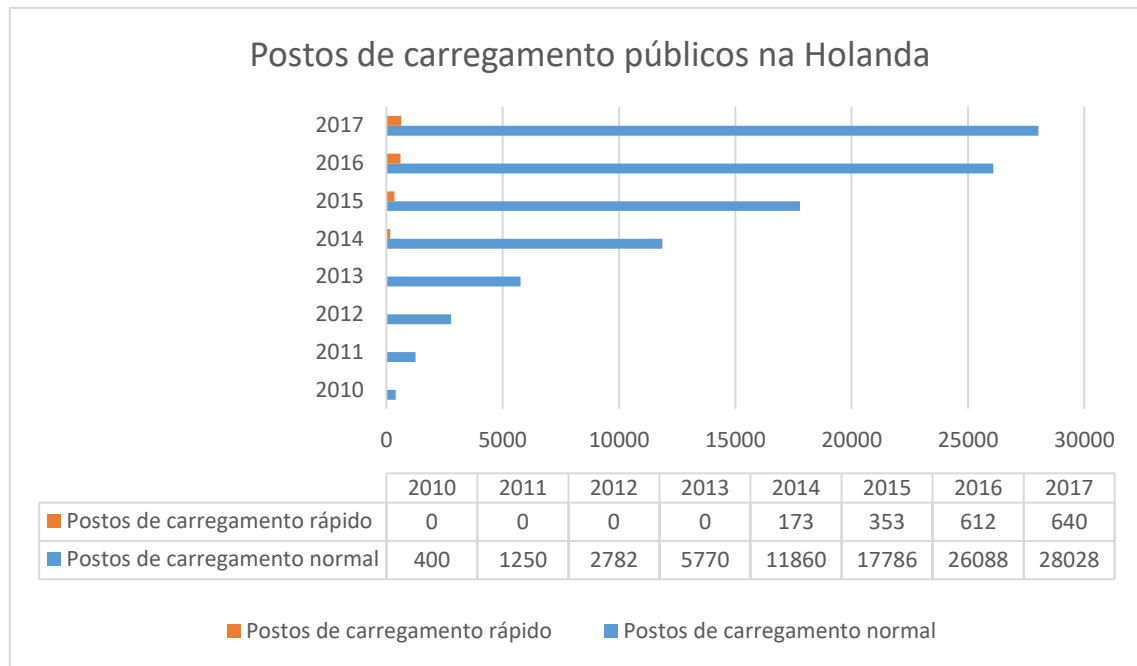


FIGURA 29- POSTOS DE CARREGAMENTO PÚBLICOS NA HOLANDA (Peeters, 2017).

CONCLUSÕES SOBRE OS MELHORES CASOS

Através do Quadro apresentada é possível fazer uma comparação entre os cinco melhores mercados da Europa.

O país que apresenta os melhores resultados é a Noruega e o que apresenta os piores, é a Alemanha.

QUADRO 3- COMPARAÇÃO ENTRE OS MELHORES MERCADOS DE EV'S DA EUROPA.

	Noruega	Holanda	Reino Unido	França	Alemanha
■ PIB (*1000 000 000)	53166	86863	292795	282841	386824
■ População	5194000	16933000	65081000	67063000	81276000
■ EV registrados em 2016	44888	22875	38993	29205	24626
■ Quota de mercado em 2016	29,04%	5,95%	1,45%	1,45%	0,74%
■ Postos de carregamento em 2016	8157	26700	12281	29205	17953

É preciso ter em atenção que o PIB da Alemanha é de 386 824 milhões de euros, enquanto o PIB da Noruega é muito inferior 53 166 milhões de euros, o que está mais uma vez comprovado que altos rendimentos não significam altos níveis de vendas de elétricos.

É de salientar que a Alemanha tem uma população quase dezasseis vezes superior à população da Noruega e que a Alemanha possui quase o dobro dos postos de carregamento que a Noruega.

Pode-se concluir que a Alemanha não tem um plano de incentivos de excelência. Os valores apresentados podem ser explicados por falhas de comunicação entre os vendedores e os condutores, uma falha na clareza das políticas apresentados pelo governo de incentivo à compra de elétricos, os seus cidadãos podem não estar a ser sensibilizados com os problemas ambientais que o nosso planeta se depara. Em suma, pelos dados apresentados pode-se dizer que o problema da Alemanha não é uma fraca rede de postos de carregamento nem uma economia instável, mas sim uma grave ausência de sensibilização por parte do governo alemão.

Também pela análise dos dados do Quadro 3, é possível ver a desconcertante discrepância dos valores da Holanda em 2016. A Holanda é o segundo melhor mercado de EV da Europa e aparece sempre associada à Noruega, quando se fala nos dois melhores nichos de elétricos da Europa, o que apesar de os valores de registros de 2016 dizerem completamente o contrário.

Em 2016 a Holanda teve uma queda de quase 22 000 registros em relação a 2015, e pelos números do Quadro aparenta ter os piores resultados dos cinco países em questão, mas continua a ter o segundo melhor mercado como se pode comprovar com os 5,95% de quota de mercado.

PIORES CASOS

Os piores mercados da Europa são representados pela Islândia, Finlândia, Dinamarca, Espanha e Itália (EVvolumes, 2017).

De acordo com o Quadro 4, podemos concluir que estes cinco mercados precisam de aperfeiçoamento, de mudar completamente a dinâmica de incentivos à adoção da mobilidade elétrica. Neste ponto os gráficos detalhados de cada país, não estão apresentados devido aos valores baixos apresentados.

Islândia

A Islândia, é um país situado no norte da Europa, a sua área é de 102.775 km², tem uma população de 329000 pessoas, possui um PIB de 14,53milhões de euros (Peeters, 2017).

É um país caracterizado pelas suas importações de combustível. O que torna o setor dos transportes e os sectores que envolvem os combustíveis fósseis como, a pesca, a aviação e a agricultura os últimos emissores de carbono.

A sua geografia, o seu clima, e a sua dispersão geográfica tornam o sector dos transportes um desafio. Os islandeses olham para os veículos a combustão como uma necessidade, tendo preferência pelos jipes.

Neste país, não se aplica o imposto de registro, imposto de circulação e existe a isenção do IVA apenas, para os veículos de bateria elétricos.

Os veículos elétricos têm até duas horas de paquímetro gratuito no centro da cidade de Reykjavik e Akureyri.

A Islândia para sair da crise financeira, apoiou-se no turismo e uma das atrações são os longos passeios pelas suas paisagens. Desta forma, para os elétricos terem um papel derradeiro na vida dos islandeses vai ser preciso investir em grande escala em postos de carregamento e na sua manutenção (Johannes Kester *et al.*, 2017).

QUADRO 4- RESUMO DOS VALORES REFERENTES À MOBILIDADE ELÉTRICA (Peeters, 2017).

		Novos registros de EV's	Quota de mercado	Postos de carregamento público	
2015	BEV	389	2,77%	Rápido	11
	PHEV	170	1.21%	Normal	11
2016	BEV	376	2,04%	Rápido	30
	PHEV	782	4,24%	Normal	11
2017	BEV	320	3,04%	Rápido	30
	PHEV	512	4,86%	Normal	11

Finlândia

A Finlândia, é um país situado no norte da Europa, a sua área é de 338155 km², tem uma população de 5475000 pessoas, possui um PIB de 276,84 milhões de euros (Peeters, 2017).

Uma das características da Finlândia é a sua geografia, é um país com uma grande área, a sua população agrupa-se de uma forma muito dispersa e têm um clima muito rigoroso. O que torna a manutenção das infraestruturas de suporte ao transporte em geral muito complicada e cara.

Num estudo feito à população foi demonstrado o desinteresse em comprar veículos elétricos porque acreditam que os EV não estão preparados para satisfazerem as suas necessidades visto que existem grandes distâncias entre cidades. Por outro lado a adoção da mobilidade elétrica nos centros das cidades também não é uma ideia muito popular, pois os grandes centros deparam-se com um excesso de automóveis e os finlandeses preferem a opção de usar transportes públicos (Lance Noel & Johannes Kester, 2017).

QUADRO 5- RESUMO DOS VALORES REFERENTES À MOBILIDADE ELÉTRICA DA FINLÂNDIA (Peeters, 2017).

		Novos registros de EV's	Quota de mercado	Postos de carregamento público	
2015	BEV	242	0,22%	Rápido	182
	PHEV	415	0,38%	Normal	706
2016	BEV	225	0,19%	Rápido	205
	PHEV	1207	1,01%	Normal	706
2017	BEV	215	0,4%	Rápido	223
	PHEV	800	1,49%	Normal	706

Dinamarca

A Dinamarca, é um país situado no norte da Europa, a sua área é de 43 094 km², tem uma população de 567 000 pessoas, possui um PIB de 349,29 milhões de euros e possui cerca de zero veículos ligeiros (Peeters, 2017).

É um país que tem uma economia estável e é um grande impulsionador das energias renováveis, mas não é um simpatizante da mobilidade elétrica.

O governo norueguês não tem um pacote de medidas de incentivo à compra do veículo elétrico e não tem uma rede de carregamentos elétricos credível.

Até 2015 os veículos elétricos tinham uma isenção de 100% da taxa de registro, mas em contra partida os ICE eficientes tinham uma redução de 105%. Ou seja os elétricos não apresentavam benefícios aos consumidores. Porém, em 2016 passou a ser cobrado 20% do valor da taxa de registro, em 2017 o valor subiu para os 40% e em 2020 vai atingir os 100%.

Um estudo feito aos dinamarqueses revelou que a maior parte da população tem receio que os benefícios fiscais aplicados aos elétricos possam intervir no bom funcionamento em escolas e hospitais e que para se poder aplicar benefícios fiscais aos EV's vai ser necessário rebalancear todo o sistema tributário. Uma medida que não tem qualquer apoio dos governantes. Do mesmo modo, outras despesas ou benefícios relacionados a veículos elétricos, como o estacionamento gratuito ou a implementação de um imposto rodoviário baseado em carbono também foram percebidos como sem suporte político.

Nesse mesmo estudo foi comprovado que os dinamarqueses não têm qualquer tipo instrução de veículos elétricos, não conhecem os diferentes tipos de modelos e não os consideram carros de verdade (Lambert, 2017; Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester, 2017).

O governo Dinamarquês, oferece um prémio de dois mil euros a cada veículo elétrico. Os veículos movidos a *fuel cell* não pagam a taxa de registro e os restantes elétricos pagam 40% do imposto. Na Dinamarca, existem lugares de estacionamento dedicados aos *plug-in*.

QUADRO 6- RESUMO DOS VALORES REFERENTES À MOBILIDADE ELÉTRICA NA DINAMARCA (Peeters, 2017).

		Novos registros de EV's	Quota de mercado	Postos de carregamento público	
2015	BEV	4524	2,18%	Rápido	349
	PHEV	444	0,21%	Normal	1043
2016	BEV	1223	0,55%	Rápido	421
	PHEV	179	0,08%	Normal	1675
2017	BEV	68	0,07%	Rápido	432
	PHEV	14	0,01%	Normal	2114

Espanha

A Espanha, é um país situado no sul da Europa, a sua área é de 505 992 km², tem uma população de 46 335 000 pessoas, possui um PIB de 1410,5 milhões de euros (Peeters, 2017).

O governo espanhol para além da taxa de registo, dá um prémio de 5500 euros a quem comprar veículos de baixas emissões, um prémio de 8000 euros a quem comprar um camião e 20 000 euros.

Os adeptos da mobilidade elétrica também são isentos da taxa de luxo até ao final de 2017 e quem quiser investir em postos de carregamento público também tem acesso a benefícios monetários e fiscais.

Os veículos elétricos, tendo em conta as políticas de cada município, não pagam portagens e podem circular nas faixas destinadas aos autocarros.

QUADRO 7- RESUMO DOS VALORES REFERENTES À MOBILIDADE ELÉTRICA NA ESPANHA (Peeters, 2017).

		Novos registros de EV's	Quota de mercado	Postos de carregamento público	
2015	BEV	1422	0,14%	Rápido	285
	PHEV	869	0,08%	Normal	1378
2016	BEV	2021	0,18%	Rápido	362
	PHEV	1641	0,14%	Normal	1378
2017	BEV	936	0,17%	Rápido	394
	PHEV	864	0,16%	Normal	1378

Itália

A Itália, é um país situado no sul da Europa, a sua área é de 301339 km², tem uma população de 60963000 pessoas, possui um PIB de 214207 milhões de euros (Peeters, 2017).

Os condutores e viaturas elétricas tem direito a todo um leque de incentivos locais. Estão isentos também do imposto de circulação anual por um período de cinco anos após o primeiro registro, após este período terão de pagar apenas 25% do valor total cobrado aos veículos convencionais (Peeters, 2017).

Entre o ano de 1997 e o ano de 2010 o governo Italiano financiou vários projetos no valor de 150 milhões de euros para colocar cerca de 17.000 veículos elétricos nas estradas italianas.

Em 2012 foi divulgada a lei 134 que estendia o financiamento da mobilidade elétrica para a construção de postos de carregamento. Este projeto que tinha como objetivo favorecer o desenvolvimento da mobilidade elétrica, mas foi alargado a todos os veículos com emissões de dióxido de carbono inferiores a 120 g/km, o que influenciou o desenvolvimento da mobilidade elétrica na Itália.

QUADRO 8- RESUMO DOS VALORES REFERENTES À MOBILIDADE ELÉTRICA NA ITÁLIA (Peeters, 2017).

		Novos registros de EV's	Quota de mercado	Postos de carregamento público	
2015	BEV	1451	0,09%	Rápido	70
	PHEV	891	0,06%	Normal	1679
2016	BEV	1376	0,08%	Rápido	203
	PHEV	1452	0,08%	Normal	1796
2017	BEV	759	0,08%	Rápido	248
	PHEV	912	0,1%	Normal	1980

Em 2015 o governo interrompeu o pagamento de contribuições para a compra de veículos.

A Itália é o único país europeu em que os veículos elétricos não dá um benefício monetário a quem compra um veículo elétrico (CIVES, 2017).

CONCLUSÕES SOBRE OS PIORES CASOS

Existem inúmeras razões para um plano de apoio à mobilidade elétrica não ter a taxa de sucesso esperada.

QUADRO 9- COMPARAÇÃO ENTRE OS PIORES MERCADOS DE EV'S DA EUROPA.

	■ PIB (*1000 000 000)	■ Quota de mercado 2016	■ Registro de veículos Elétricos em 2015	■ Registro de Veículos Elétricos em 2016
Islândia	14,53	6,28%	559	1158
Finlândia	276,84	1,20%	657	1432
Dinamarca	349,29	0,63%	4968	1402
Espanha	1410,5	0,32%	2291	3662
Itália	214207	0,16%	2342	2828

Pela análise detalhada dos cinco casos apresentados podemos concluir que por vezes as características do veículo elétrico não se enquadram nas características geográficas do país, como é o caso dos países nórdicos com os centros urbanos dispersos e condições meteorológicas severas.

Também se pode concluir que apesar da condição económica do país não estar diretamente relacionada com a difusão dos veículos elétricos nos mercados (Ajanovic & Haas, 2016), podemos dizer que tem o seu impacto como é o caso dos países que depararam com a crise financeira que abalou a Europa.

É preciso ter em mente que o objetivo dos EV's é a diminuição das emissões dos gases de efeito de estufa, por isso é compreensível que um país que seja um forte impulsionador das energias renováveis não faça grandes investimentos para a transição de mobilidade, como é o caso da Dinamarca (Danish, 2017).

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi abordado de uma forma geral as medidas de incentivo à compra dos EV's, onde a primeira conclusão que se retém é que nenhum país europeu sofre da ausência de um plano de incentivo mobilidade elétrica.

Conclui-se então que um país para ter uma boa adesão ao EV's tem de ter o pacote de medidas que mais beneficia o seu mercado. Também é de salientar a importância do governo no desenrolar desta transição de mobilidade, pois tem de tentar assegurar os quatro princípios fundamentais para um plano de excelência de iniciativas fiscais.

Com este capítulo também se pode afirmar que não existe uma relação direta entre a boa economia do país e a difusão elétrica.

Como podemos ver através da Figura 30, a diferença entre os números de registos de EV's entre os países selecionados é de grande enfase. A Noruega enquadra-se no melhor mercado da Europa e no quinto lugar dos melhores mercados mundiais (Renewable & Agency, 2017), apesar dos valores apresentados na Figura 30 indiquem o contrário, podemos comprovar que a Noruega tem uma quota de mercado de 29,04% no final de 2016 através da Figura 17.

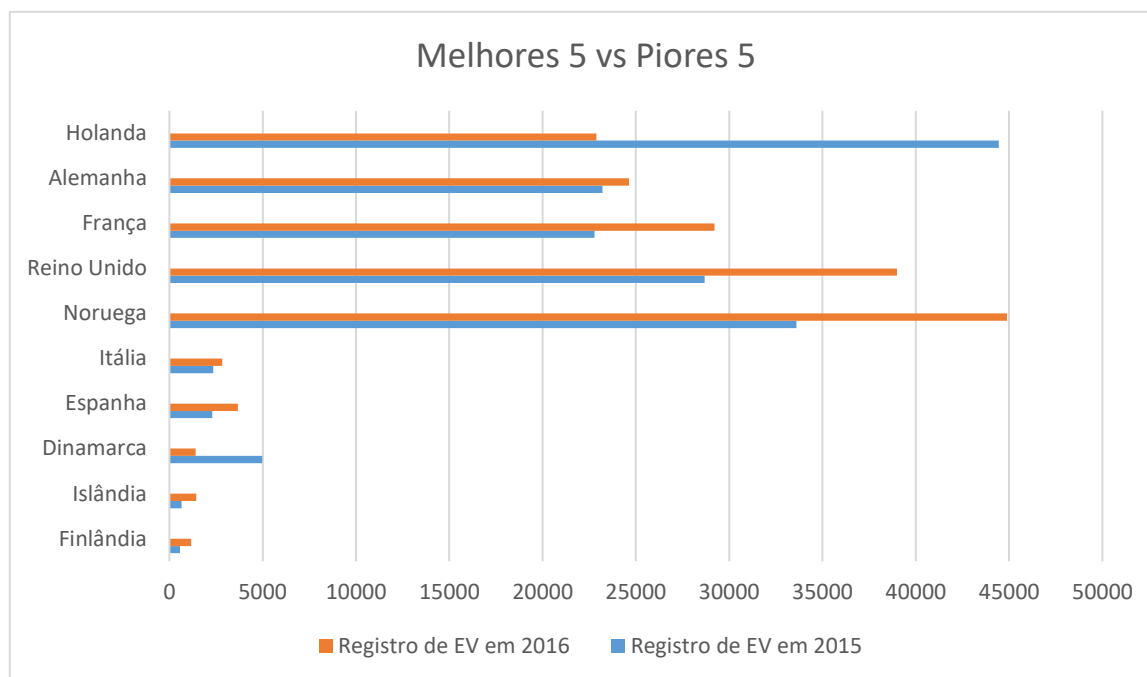


FIGURA 30- COMPARAÇÃO DOS REGISTROS DE 2015 E 2016 DE NOVOS EV'S ENTRE OS MELHORES E PIORES MERCADOS DA EUROPA.

Espera-se com o desenvolvimento tecnológico e com o aperfeiçoamento das diretivas da EU que a diferença atual com o tempo deixe de ter o caráter heterogêneo.

Para se entender melhor estes valores, recorri ao estudo feito por UC Davis, apresentado no Quadro 10, onde se encontra diferenciado através das cotas de mercado em que geração se encontra cada país.

Segundo este estudo podemos concluir que a Noruega se encontra na quarta geração de mercado, onde os elétricos já dominam o mercado automóvel. Os cinco piores casos ainda se encontram na primeira geração onde os EV's ainda estão numa fase primordial.

UC Davis desenvolveu um modelo de quatro gerações, que tem como objetivo fazer uma projeção de como o mercado dos veículos elétricos se vai desenvolver até 2030 tendo em conta o crescimento ocorrido desde 2010 e o avanço tecnológico a cada cinco anos (Renewable & Agency, 2017).

QUADRO 10- MODELO QUATRO GERAÇÕES DE UC DAVIS (Renewable & Agency, 2017).

	Designação	Intervalo de tempo	Quota de mercado
1ª Geração	- Fase inicial de adoção de políticas de incentivos à mobilidade elétrica; Fase inicial de infraestruturas;	[2010/2015]	1% – 2%
2ª Geração	- Progresso das baterias; - Aumento do alcance máximo em modo elétrico; - Infraestruturas adequadas;	[2015/2020]	3% – 5%
3ª Geração	- Os veículos elétricos começam a ser competitivos;	[2020/2025]	6% - 15%
4ª Geração	- Os veículos elétricos começam a dominar os mercados;	[2025/2030]	15% - 25%

Tendo em conta o modelo apresentado no Quadro 10, podemos concluir que em menos de quinze anos a quota de mercado dos EV's a nível mundial vai aumentar cerca de 20%. Em 2015, a quota de mercado era de 2% e existiam cerca de 88 000 000 milhões de elétricos a

circular, ou seja, quando a quota atingir os 25% no Mundo, vão existir cerca de 1100 000 000 milhões de elétricos.

Na Europa no final de 2015 os países, Noruega, Holanda, França, Reino Unido e Alemanha no total, arrecadaram cerca de 12 570 000 nas suas estradas, uma quota de mercado de 0,3%. Um valor de grande porte nas contas mundiais, mas espera-se que em 2030 os restantes países da Europa desenvolvam os seus próprios mercados (Renewable & Agency, 2017).

4. AS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NA EUROPA

Neste capítulo é abordado a situação das emissões de dióxido de carbono na Europa, onde estão descaracterizadas as metas dos valores do dióxido de carbono a serem atingidas num futuro próximo e as medidas que descriminam os veículos mais poluidores.

4.1. EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NA EUROPA

Em 2015, as emissões de gases com efeito de estufa na Europa 28 diminuíram 22% em relação níveis de 1990, o que levou a uma diminuição absoluta de 1 265 milhões de toneladas de equivalentes de CO₂ e capacitou a União Europeia para no caminho para ultrapassar a barreira de 2020, de reduzir os gases de efeito de estufa em 20% até 2020 e em 40% até 2030 em comparação com 1990 (Explained, 2017).

A Figura 31 apresenta as emissões de gases de efeito estufa da UE-28 divididas pelos principais setores económicos. A combustão dos combustíveis e as emissões fugitivas dos combustíveis (sem o transporte) são responsáveis por 55% das emissões de gases de efeito de estufa em 2015. Combustão de combustível para transporte (incluindo aviação internacional) é o segundo setor mais importante com 23% em 2015 que aumentou sua contribuição significativamente desde 1990. As emissões de gases com efeito de estufas provenientes da agricultura contribuem com 10% para o total das emissões totais de gases de efeito estufa. O setor da indústria contribui com mais 8% e a gestão de desperdícios contribui com 3%.

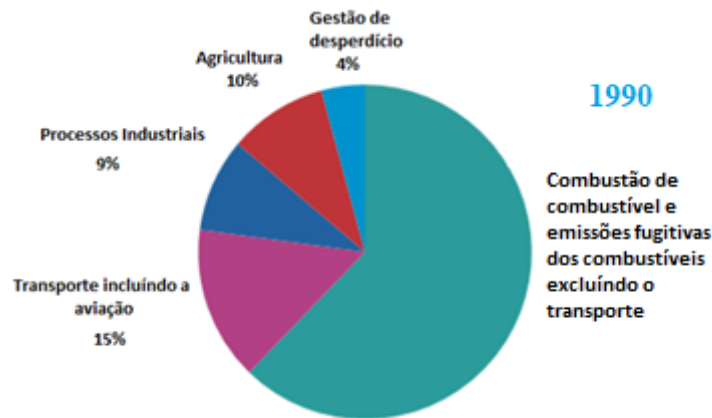


FIGURA 31- EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM 1990 (Explained, 2017).

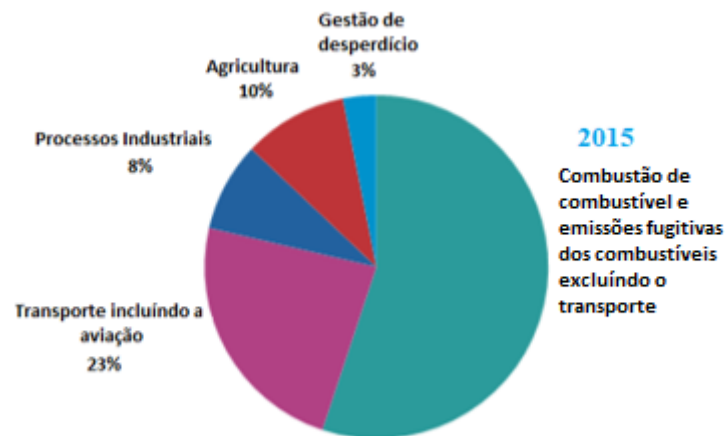


FIGURA 32- EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM 2015 (Explained, 2017).

Para 2020, a UE responsabilizou-se em reduzir as suas emissões para 20% abaixo dos níveis de 1990. Esse acordo é um dos essenciais objetivos da Estratégia de crescimento Europa 2020, conhecida como pacote de clima e energia. É também a base para os seus compromissos internacionais na extensão do Protocolo de Quioto segundo período de compromisso (2013-20). O objetivo do protocolo de Quioto não inclui a aviação internacional, mas permite o uso de sumidouros de carbono e comércio de emissões para alcançar a conformidade. Além do que, a UE alegou aumentar a sua redução de emissões para 30% até 2020 se outros grandes emissores se comprometerem adotar a parte justa de um esforço global de redução de emissões (Explained, 2017).

4.2. PORTAGENS SOBRE AS EMISSÕES

As portagens Europeias vão ser também alvo de medidas de incentivo às baixas emissões de CO₂. A União Europeia vai propor que automóveis, camiões, autocarros e comerciais paguem valores de portagem de acordo com os valores de CO₂ que emitem (Costa, 2017).

A ACEA (associação europeia dos construtores de automóveis) deverá dar o seu consentimento nesta medida, mas coloca como condição que seja uma lei que considere reais das emissões de CO₂, o que inclui também as emissões provenientes do desgaste do automóvel e que procure uma diferenciação justa entre os diferentes tipos de veículos.

Esta medida, vai sobrecarregar os custos de utilização de veículos mais antigos, levando os responsáveis de frotas a tentar ser o mais eficientes possível e incentivando a troca de veículos antigos por unidades mais modernas.

Esta nova regra, não irá forçar os países membros a introduzir um novo sistema de portagens para carros e camiões, mas sim regras para a instalação de um programa semelhante em cada país (Costa, 2017).

4.3. REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO NOS VEÍCULOS DE PASSAGEIROS

O transporte rodoviário representa um quinto das emissões europeias de dióxido de carbono, 75% deste valor provem dos veículos de passageiros. O setor dos transportes é o único setor onde as emissões de gases de efeito de estufa continuam a crescer (Fontaras, Zacharof, & Ciuffo, 2017).

A legislação da UE institui objetivos obrigatórios de diminuição de emissões para automóveis novos. Esta legislação é a pedra angular da estratégia da UE para aperfeiçoar a economia de combustível dos automóveis vendidos no mercado europeu.

O valor médio de emissões de um novo carro vendido em 2016 foi de 118,1 gramas de CO₂ por quilómetros, um valor inferior abaixo da meta de 2015 de 130 g (dados provisórios).

A meta de 2015 corresponde a um consumo de combustível de cerca de 5,6 litros por 100 km de gasolina ou 4,9 litros por 100 km de diesel.

Desde o início do controlo com a legislação atual em 2010, as emissões foram reduzidas em 22 g CO₂ / km (16%).

Em 2021 a meta a atingida todos os carros novos é de 95 gramas de CO₂ por quilômetro, tendo início em 2020. Isto significa um consumo de combustível de cerca de 4.1 l / 100 km de gasolina ou 3,6 l / 100 km de diesel.

Os objetivos de 2015 e 2021 apresentam reduções de 18% e 40%, em confrontação com a média da frota de 2007 de 158,7g CO₂/ km.

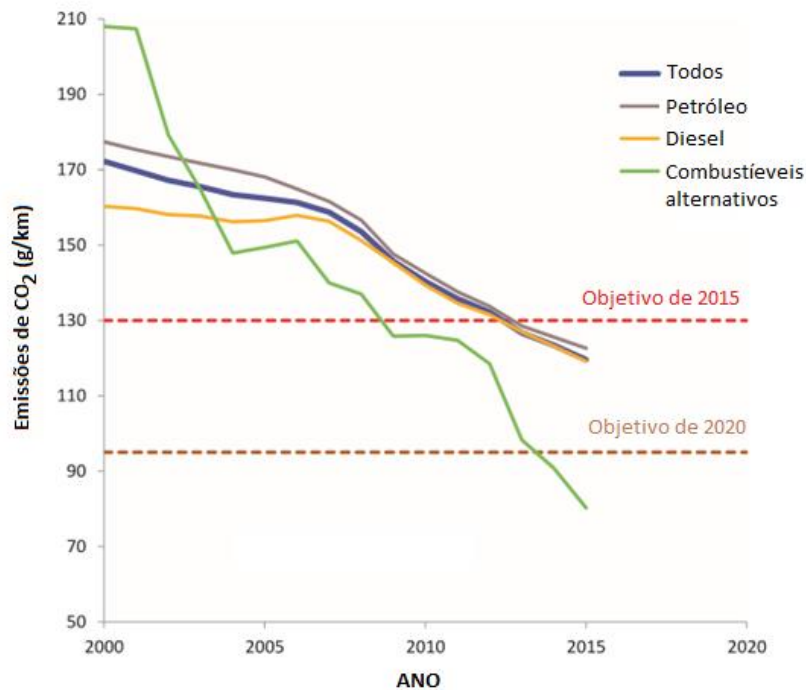


FIGURA 33- EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ DOS NOVOS AUTOMÓVEIS DE PASSAGEIROS PELO TIPO DE COMBUSTÍVEL (Fontaras *et al.*, 2017).

Os limites de emissão são esclarecidos em concordância com a massa do veículo, de acordo com uma curva de valor limite. A curva é ajustada de tal forma que as metas para as emissões médias da frota são obtidos.

A curva do valor limite permite verificar que aos carros mais pesados são permitidas maiores emissões do que carros mais leves. Apenas a média da frota é regulada, por isso os

fabricantes ainda conseguem fazer veículos com emissões acima da curva, desde que estes sejam equilibrados por veículos abaixo da curva.

A meta de 130g / km foi executado entre 2012 e 2015. A partir de 2015, todos os carros recém-registrados devem cumprir a curva do valor limite. Um intervalo de fase mais curto será aplicado ao alvo de 95g / km. Aproximadamente 95% dos carros novos de cada fabricante terá de cumprir a curva do valor limite em 2020, que será aumentada para 100% em 2021.

Se as emissões médias de CO₂ da frota de um fabricante não respeitarem os limites implementados desde 2012, o fabricante terá de pagar uma multa por cada carro registrado.

As multas regem-se pela seguinte hierarquia:

- O valor de 5 euros para a primeira grama por quilómetro de excedência;
- O valor de 15 euros para a segunda grama por quilómetro de excedência;
- O valor de 25 euros para a terceira grama por quilómetro de excedência;
- A partir da quarta grama por quilómetro de excedência, o valor por cada grama passa a ser 95 euros;

A partir de 2019, o custo será de 95 € a partir do primeiro grama de excedência em diante.

As novas tecnologias podem comparticipar nas reduções das emissões para estimular os fabricantes apostarem em veículos mais eficientes e amigos do ambiente, estes podem receber créditos de emissão equivalentes a uma economia máxima de emissões de 7g / km por ano para a sua frota.

O regulamento dos veículos provê aos fabricantes incentivos adicionais para produzir veículos com emissões extremamente baixas (abaixo de 50g / km).

Os chamados supercréditos são esperados na segunda etapa das reduções de emissões, de 2020 a 2022. Onde o limite será de 7,5 g / km por fabricante ao longo dos dois anos.

A longo prazo a legislação pede à Comissão que reveja a legislação até 2015 propondo novas propostas e metas de emissão de CO₂ para automóveis novos para o período posterior a 2020 e instituir um alvo 2025 (EC, 2017).

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As emissões de GHG apresentam valores superiores ao que o nosso planeta está habituado (Fontaras et al., 2017). E por isso, a União Europeia está a lidar com este problema da melhor maneira, com a apresentação de diversas diretivas em pró de reduzir os valores de GHG. Diretivas quais, discriminam os veículos poluidores e aos seus fabricantes e incentivam a mobilidade elétrica. Com estas medidas espera-se que num futuro próximo se atinjam valores de GHG iguais ou inferiores a 50 g CO₂/km.

5. OS VEÍCULOS ELÉTRICOS EM PORTUGAL

Neste capítulo foi feito um estudo detalhado sobre a introdução dos elétricos em Portugal, onde consta todas as medidas que suportam a mobilidade elétrica, os postos de carregamento e a situação dos níveis de emissões de gases de efeito de estufa.

5.1. ANÁLISE DA SITUAÇÃO PORTUGUESA

Os veículos elétricos representam 1,31% da quota de mercado português. No final de 2016 contabilizaram-se em território nacional 1873 novos registos de veículos elétricos, onde 784 correspondiam a veículos a bateria elétricos e 1089 correspondiam a veículos *plug-in* elétricos. Em 2017, já se contabilizaram cerca de 1028 novos registos de veículos elétricos (Peeters, 2017).

A Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos no dia oito de junho de 2017 divulgou a existência de 5260 veículos elétricos a circular nas estradas portuguesas (UVE, 2017b).

5.1.1. SUPORTE À RENOVAÇÃO DE CENÁRIO NA MOBILIDADE AUTOMÓVEL

Veículos com baixas emissões de CO₂ começam a ter um caráter positivo. A fiscalidade verde é patrocinada pelo Fundo Ambiental com cerca de dois milhões e trezentos mil euros.

Em 2017 não se apresentaram alterações significativas ao nível da fiscalidade no sector automóvel, mas ocorreram mudanças nos impostos que incidem sobre a viatura, nomeadamente no aumento do imposto sobre produtos petrolíferos (combustíveis).

O Orçamento do Estado para 2017 segue a proposta apresentada pelo Governo no último trimestre de 2016, incluindo um aumento generalizado de 3% do Imposto sobre Veículos (ISV), para viaturas novas. Há um também do imposto aplicável aos veículos usados com matrícula de outro Estado-membro. No entanto, estabelece-se que o imposto incidente sobre veículos portadores de matrículas definitivas comunitárias atribuídas por outros Estados-membros da União Europeia é objeto de liquidação provisória, com exceção da componente cilindrada à qual são aplicadas percentagens de redução ao imposto, as quais estão associadas à desvalorização comercial média dos veículos no mercado nacional.

O Imposto Único de Circulação (IUC), que existe desde 1 de Janeiro de 2015, que incide sobre os veículos a gasóleo das categorias A e B do IUC, irá manter-se em 2017. Por outro lado, verifica-se um aumento das taxas de IUC, tanto no escalão da cilindrada como no das emissões de dióxido de carbono.

Gera-se também uma taxa adicional de IUC a aplicar a veículos da categoria B matriculados em território português a partir de 1 de Janeiro de 2017 variável em função do escalão de CO₂.

A introdução no consumo de um veículo híbrido "*plug-in*" novo sem matrícula confere o direito à redução do ISV até 562,5 euros (em 2016, essa dedução era de 1.125 euros).

O pedido do incentivo deve ser apresentado à Autoridade Tributária e Aduaneira (AT), com a apresentação da fatura pró-forma do veículo a comprar, onde conste o número de chassis e a emissão de CO₂. Após o reconhecimento do incentivo, o direito ao mesmo deve ser exercido no prazo de seis meses após a notificação, sob pena de decadência.

O incentivo à penetração de veículos de baixas emissões, financiado pelo Fundo Ambiental é outra inovação. O incentivo pela introdução no consumo de veículos de baixas emissões é traduzido na forma de atribuição de unidades de incentivo no valor de 2.250 euros, devido pela introdução no consumo de um veículo 100% elétrico novo, sem matrícula, a partir de 1 de Janeiro de 2017. O incentivo a conceder é único, mediante a introdução no consumo de um veículo 100% elétrico novo sem matrícula, não podendo ser convertido em qualquer tipo

de outras prestações ou pagamentos, em dinheiro ou espécie. No total estão disponíveis 2.300.000 euros para suportar esta renovação de cenário na mobilidade automóvel.

São elegíveis, para atribuição do incentivo à introdução no consumo de veículos de baixas emissões, pessoas singulares, limitadas a um veículo cada, e pessoas coletivas, estando estas limitadas a um máximo de cinco veículos cada.

O comprador deverá expor tantas candidaturas quanto as viaturas objeto do pedido de incentivo. As candidaturas podem ser entregues entre o dia 17 de Fevereiro e o dia 30 de Novembro de 2017, mas quem comprou o veículo elétrico depois de 1 de Janeiro de 2017 pode sujeitar a sua candidatura (Ambiental, 2017).

5.1.2 MOBI.E

A MOBI.E é a rede de postos de carregamento portuguesa para veículos elétricos maioritariamente situados em espaços de acesso público. É responsável pelo manuseamento dos fluxos energéticos e financeiros resultantes das operações da rede de mobilidade elétrica.



FIGURA 34- CARTÃO UTILIZADO EM PORTUGAL PARA O CARREGAMENTO ELÉTRICO PÚBLICO.

Os condutores de elétricos portugueses para carregarem o seu veículo nos postos de carregamento público deveram solicitar um cartão MOBI.E, e o preço do carregamento estará associado à tarifa requerida pelo comercializador de energia escolhida pelo condutor.

Em Portugal existem mais de 500 postos de carregamento que correspondem a cerca de 1284 pontos de carregamento, onde 1192 são de carregamento normal e 92 são de carregamento rápido (Peeters, 2017).

Postos de Carga Rápida



Última atualização: 12 junho 2017

FIGURA 35- POSTOS DE CARREGAMENTO RÁPIDO EM PORTUGAL (UVE, 2017a).

O carregamento de veículos elétricos pode ainda ser feito em casa. A sua instalação deve, contudo, respeitar as condições técnicas definidas na Portaria n.º 252/2011. D.R. n.º 121, Série I de 2011-06-27 (MOBI.E, 2017).

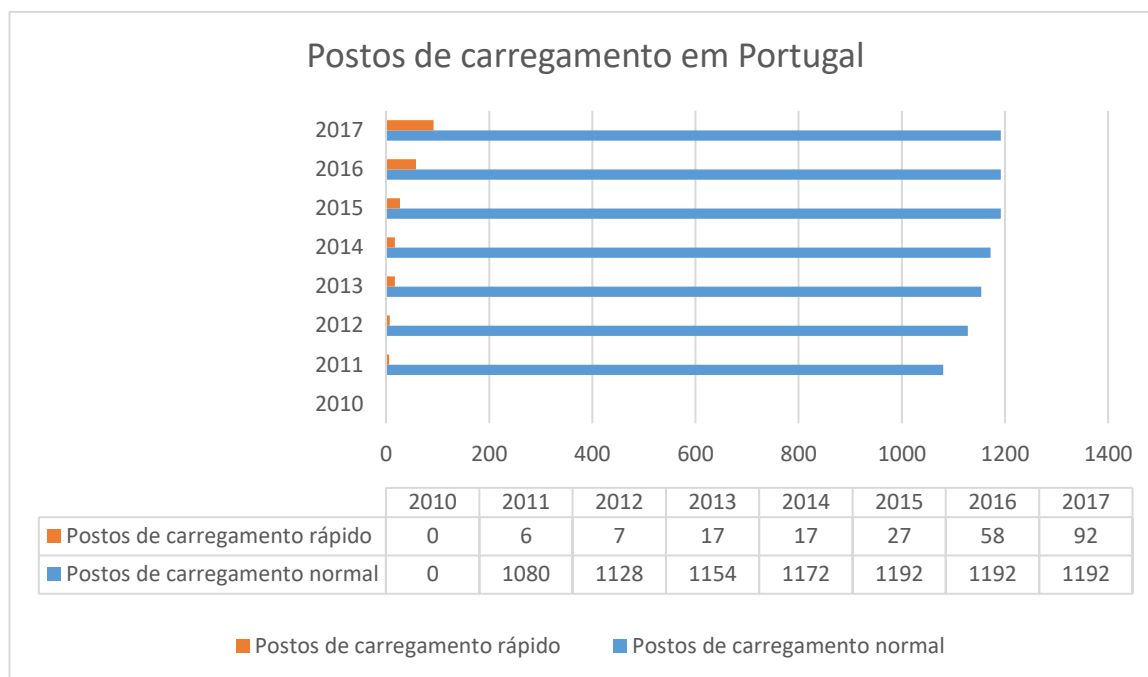


FIGURA 36- POSTOS DE CARREGAMENTO PÚBLICO EM PORTUGAL (Peeters, 2017).

5.1.3. EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO DE CARROS NOVOS EM PORTUGAL

A Agência Europeia do Ambiente divulgou que os carros comprados em Portugal no ano de 2015 tiveram uma média de emissões de 105,7 gramas de dióxido de carbono por quilómetro e em 2016 104,7 gramas, uma redução de 1,2 %

Portugal em 2015 encontrou-se no segundo lugar do panorama dos países com emissões de dióxido carbono mais baixo por quilómetro nos automóveis novos vendidos e em 2016 em primeiro lugar.

A Agência Europeia do ambiente divulgou que foram comprados 178.686 novos carros de passageiros em Portugal, em 2015, com uma média de emissões de 105,7 gramas de dióxido de carbono (CO₂) por quilómetro. Onde 123.100 foram carros a gasóleo, ou seja, 69% do total, 53.700 a gasolina e 672 eram elétricos, número que ultrapassou os 641 veículos a gás (Observador, 2016) (AUTOCLUBE, 2017).

Mas apesar destes números positivos, Portugal tem seis das doze cidades avaliadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) acima do limite de poluição de ar e mais de 80% dos habitantes residentes em zonas urbanas estão expostos a níveis de poluentes que ultrapassam os valores limites apresentados pela OMS.

O poluente PM2.5 que são partículas de material sólido ou líquidas suspensas no ar, na forma de poeira, aerossol, fumaça, entre outras, que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias, com o diâmetro menor que 2,5 micrômetros (SISAM, 2017).

As cidades alvo do estudo do poluente PM2.5, que ultrapassaram o limite de 10 microgramas por metro cúbico estipulado pela OMS para as partículas finas PM2.5 foram: Ílhavo, com 15 microgramas por metro cúbico, Albufeira com 14 microgramas por metro cúbico, Coimbra com 12 microgramas por metro cúbico Faro, Lisboa e Vila do Conde com 11 microgramas por metro cúbico.

Se a cálculo for feito segundo os limites delineados pela União Europeia, com o limite de 25 microgramas por metro cúbico para o poluente PM2.5, todas as cidades estão em conformidade (Notícias, 2016).

A poluição do ar é causada por várias substâncias, como estas partículas que podem entrar no aparelho respiratório e constituem, segundo a OMS, um risco para a saúde ao aumentar a mortalidade nas infeções respiratórias e causar doenças, como cancro do pulmão, ou problemas cardiovasculares.

5.2. EQUAÇÕES DE TCO APLICADAS A PORTUGAL

O TCO define-se como o custo total associado à aquisição, posse e uso de um bem ou serviço (Ellram, 1995). Está relacionado com o “*Life Cycle Costing (LCC)*”, uma técnica de análise que inclui todos os custos associados a um produto desde a sua aquisição até à sua cessão (Sherif & Kolarik, 1981). A diferença entre o TCO e o LCC incide no fato de que o LCC adota a perspetiva do produto, os seus custos, a sua conceção, design, fabricação e distribuição, enquanto que o TCO tem em conta o ponto de vista de quem compra e as despesas agregadas ao tempo de vida do produto (Saccani, Perona, & Bacchetti, 2017).

5.2.1. EQUAÇÕES DE TCO

Com a entrada dos veículos elétricos (EV's) no mercado automóvel, muitas dúvidas se desenvolveram em seu redor, uma das quais: “Serão os EV's economicamente vantajosos?”. Teoricamente as equações do TCO, são capazes de responder a esta eminência, exploram o preço real do custo de aquisição e de operação do veículo (Hagman, Ritzén, Stier, & Susilo, 2016).

Neste estudo foram analisados 2 distintos métodos de cálculo, apresentados pelas equações (1) e (2).

Na equação (1), temos o cálculo do TCO, de uma forma mais burocrática, tendo em conta o modo de pagamento do EV.

$$TCO = (PP - RP) + FC(TKD) + \left(\frac{rP}{1-(1+r)^{-N}} N - P \right) + IC + MR + T - S \quad (1)$$

Onde o PP é o preço de compra, RP é a depreciação, FC é o custo do combustível por quilómetro, TKD - representa o total de km percorridos, r é a taxa de juros mensal, P o montante emprestado, N o número de mensalidades, $\frac{rP}{1-(1+r)^{-N}} N - P$ representa o total do custo de juros, o IC é o valor do seguro, MR são os custos de reparação e manutenção, T representa as taxas governamentais e S refere-se aos subsídios governamentais (Hagman *et al.*, 2016).

Na equação (2), temos o cálculo do TCO a cada 100 km percorridos.

$$TCO = \frac{(IC + \tau_{REG}) \times \alpha}{skm} + P_f \times Fl + \frac{C_{o\&M}}{skm} \text{ (EUR/ 100 km)} \quad (2)$$

Em que o skm representa o número exato dos km percorridos num ano, α é a depreciação do automóvel, P_f é o preço da energia, Fl representa o consumo do veículo, $C_{o\&M}$ são custos de manutenção, o IC é o custo de investimento e o τ_{REG} representa a Taxa de registro (Ajanovic & Haas, 2016).

Em ambas as equações os quilómetros percorridos têm um grande ênfase para o resultado final, ou seja, o custo final do veículo está diretamente relacionado com a sua

quilometragem. Pode-se concluir de ante-mão que os EV's são mais apelativos aos donos de carros de serviços, com os taxistas (Ajanovic & Haas, 2016).

Também em ambas as equações o preço da energia é um fator marcante. É preciso ter em conta, que a ideia de electrificar o mercado automóvel é melhorar o ambiente, torná-lo mais sustentável, então tem todo o sentido que a eletricidade seja obtida por fontes renováveis. Deste modo, o preço do kWh fica mais barato e as emissões de gases de efeito de estufa (GHG) são realmente reduzidas(Ajanovic, 2014).

Identicamente é revelante salientar o papel dos governos, quanto maior for o seu contributo, menor vai ser o valor do resultados final da equação. Os impostos implementados pelos governos, derivados à aquisição do veículo e manutenção têm se ser trabalhados no caso dos EV's, caso contrário não existirá aliciamiento à sua compra. O mesmo se aplica ao subsídio fornecido a cada comprador, quanto maior for o subsídio, maior vai ser o poder de persuasão dos EV's (Melton, Axsen, & Sperling, 2016).

5.2.2. APLICAÇÃO NUMÉRICA DAS EQUAÇÕES

Com fim a compreender e obter conclusões concretas sobre as equações apresentadas, escolhi Portugal como fonte de todos os parâmetros constituintes das equações. As equações vão ser resolvidas com dados referentes a um carro elétrico, um carro a gasolina.

Para tornar o ensaio mais real, escolhi o mesmo modelo de carro, mas com a divergência a sua fonte de alimentação.



FIGURA 47- SMART FORTWO ELECTRIC DRIVE 2017.



FIGURA 48- SMART FORTWO CABRIO 2017.

Escolhi o Smart por ser o modelo citadino tipo, o que coincide com os EV's. É um carro economicamente aceitável e que para já é a única marca que tem a mesma carroçaria para um veículo convencional e para o elétrico.

PREÇO DE AQUISIÇÃO (IC/PP)

O Smart Fortwo Cabrio Electric Drive pode ser adquirido a partir de 26 050 (Drive, 2017) e o Smart Fortwo Cabrio a partir de 15 320 € (Smart, 2017).

TAXA DE REGISTRO (τ_{REG}/T)

A taxa de registro ISV (imposto sobre veículos) só é aplicada quando o veículo é matriculado, ou seja, quando é um 0 km ou importado. Este imposto está incluído no valor de venda do automóvel.

Os veículos elétricos são isentos deste imposto, como também do IUC, Imposto único de circulação (Verde, 2017) (Mobi-e). Em suma, o veículo elétrico é isento destes impostos.

O mesmo não acontece com o Smart a gasolina. O valor do ISV já se encontra englobado no preço de venda ao público e o IUC tem de ser calculado.

CÁLCULO DO TCO DE UM AUTOMÓVEL A CADA 100 km

Para o cálculo do TCO, tanto para o veículo a combustão como para o veículo elétrico citados considerei a distância de 45 000 km, considerei a depreciação nos piores casos que é de 20% (Wikipedia, 2017b). Em relação ao elétrico considerei a tarifa utilizada pela EDP, onde um kW custa 0,1652 € (EDP, 2017), considerei também que anualmente em manutenções do BEV se gastou 351 euros mais 200 euros em pneus (Pneucity, 2017) (Fleetmagazine, 2015). Em relação ao ICEV considerei a tarifa utilizada pela Galp onde um litro de gasolina custa 1,469 € e o litro do gasóleo custa 1,259 € (Gasolina, 2017) considerei que anualmente em manutenções se gastou 676,5 euros e 200 euros em pneus (FleetMagazine, 2016). A taxa de registro associada ao ICEV calculei num simulador on-line (Smart, 2017) (Automóvel, 2017). O cálculo será feito apenas de acordo com a equação dois, pois é a equação que apresenta o resultado em concordância direta com os quilómetros percorridos.

QUADRO 11- DADOS DISCRIMINATÓRIOS DOS IMPOSTOS ASSOCIADOS AO PREÇO BASE DO SMART FORTWO CABRIO (Automóvel, 2017).

Totais	Valor 2016	Valor 2017
Total ISV (imposto sobre veículos)	238,05 €	245,80 €
Total de Impostos (IA/ ISV + IVA)	2.742,64 €	2.750,39 €
Preço Base	10.651,46 €	
IVA 23%	2.504,59 €	
Peso dos impostos no preço de venda ao público (PVP)	20,48 %	20,53 %
IUC	99,29 €	100,08 €

Cálculo do TCO para 45 000 km

A equação 2 fornece o resultado em euros a cada quilómetro, mas esse valor não é o valor real de quanto fica o veículo elétrico para o condutor. O TCO real é fornecido em média ao final de três anos de uso. Por isso considere 45 000 km, que é em média quanto um condutor percorre em três anos. Assim a equação devolve o custo por quilómetro.

Cálculo TCO para o EV:

$$TCO = \frac{(IC + \tau_{REG}) \times \alpha}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \quad (EUR/km)$$

O BEV consome 12,9 kWh a cada 100 km. Em 45 000 km, ele consome 5805 kWh.

$$= \frac{(26\,050 \text{ €} + 0 \text{ €}) \times 0,20 \%}{45\,000 \text{ km}} + \frac{0,1652 \text{ €} \times 5805 \text{ kWh}}{45\,000} + \frac{551 \text{ €}}{45\,000 \text{ km}} = 0,034 \text{ €/km} \quad (3)$$

Cálculo TCO para o ICEV:

$$TCO = \frac{(IC + \tau_{REG}) \times \alpha}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \quad (EUR/km)$$

Este valor já inclui as taxas de registro, no valor de 345,88 €



O ICEV consome 5,1 L a cada 100 km. Em 45 000 km, ele consome 2295 L.



$$= \frac{(15\,320\text{ €}) \times 0,20\%}{45\,000\text{ km}} + \frac{1,469\text{ €} \times 2295\text{ l}}{45\,000\text{ l}} + \frac{876,5\text{ €}}{45\,000\text{ km}} = 0,16\text{ €/km} \quad (4)$$

A marca Smart na sua nova gama de citadinos 2017, não tem à disposição veículos movidos a gasóleo. Mas se fizermos a estimativa que se o veículo custar 20 000 € e se recorrermos aos consumos dos Smart diesel de gamas anteriores conseguimos efetuar o cálculo.

$$TCO = \frac{(IC + \tau_{REG}) \times \alpha}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \quad (EUR/km)$$

O ICEV consome 3,3 L a cada 100 km. Em 45 000 km, ele consome 1485 L.



$$\frac{(20\,000\text{ €}) \times 0,20\%}{45\,000\text{ km}} + \frac{1,259\text{ €} \times 1485\text{ l}}{45\,000\text{ l}} + \frac{876,5\text{ €}}{45\,000\text{ km}} = 0,15\text{ €/km} \quad (5)$$

Através dos resultados apresentados nas equações 3 e 4, a utilização do ICEV fica bastante mais caro. Mas as equações apresentadas não incluem os incentivos governamentais de incentivo à compra de EV, como o prémio de 2 250 € de incentivo à compra de veículos com zero emissões, o estacionamento livre e a passagem livre nas Autoestradas.

Cálculo TCO para o EV, tendo em conta os incentivos:

Para o novo cálculo da equação, considera-se que no final de um ano o condutor gasta 1000 € em portagens e em paquímetros.

$$TCO = \frac{(IC + T_{REG}) \times \alpha}{skm} + \frac{(-INC_{GOV})}{skm} + \frac{(portagens + paquímetros)}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \quad (EUR/km)$$

Cálculo TCO para o EV:

$$TCO = \frac{(IC+T_{REG})\times\alpha}{skm} + \frac{(-INC_{GOV})}{skm} + \frac{(portagens+paquímetros)}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \text{ (EUR/km)}$$

$$TCO = \frac{((26\,050 \text{ €} + 0 \text{ €}) \times 0,20\%)}{45\,000 \text{ km}} + \frac{(-2250 \text{ €})}{45\,000 \text{ km}} + 0 \text{ €} + \frac{0,1652 \text{ €} \times 1935 \text{ kWh}}{45\,000 \text{ km}} + \frac{551 \text{ €} + 0 \text{ €}}{45\,000 \text{ km}} = 0,09 \text{ (EUR/km)} \quad (6)$$

Cálculo TCO para o ICEV:

$$TCO = \frac{(IC+T_{REG})\times\alpha}{skm} + \frac{(-INC_{GOV})}{skm} + \frac{(portagens+paquímetros)}{skm} + \frac{P_f \times Fl}{skm} + \frac{C_{o\&M}}{skm} \text{ (EUR/km)}$$

$$TCO = \frac{15\,320 \text{ €} \times 0,2\%}{45\,000 \text{ km}} + 0 \text{ €} + \frac{1000 \text{ €}}{45\,000 \text{ km}} + \frac{1,469 \text{ €} \times 2295 \text{ l}}{45\,000 \text{ km}} + \frac{876,5 \text{ €}}{45\,000 \text{ km}} = 0,18 \text{ (EUR/km)} \quad (7)$$

Pela análise dos resultados das equações apresentadas concluímos conduzir um cidadão a combustão fica duas vezes mais caro por quilómetro do que conduzir um cidadão elétrico.

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo pode-se dizer que Portugal está no bom caminho em relação aos elétricos, em junho deste ano contabilizaram-se cerca de 5 260 EV's a circular nas estradas portuguesas. Este valor pode ser justificado com a conclusão que Portugal tem um bom pacote de medidas de incentivos.

Este valor em relação aos restantes membros da Europa não se encontra na categoria do melhor mercado, mas está a evoluir para tal. Segundo o Quadro 10 do capítulo 3 Portugal encontra-se na primeira geração de EV's.

Apesar da quota de mercado apresentada, Portugal está a progredir. No ano de 2016, Portugal foi o país com as emissões mais baixas de dióxido de carbono nos novos veículos

vendidos e já tem também uma rede de postos de carregamento que começa a atrair os condutores a optarem por conduzi-rem um elétrico.

Pelo cálculo do TCO, ficou analiticamente comprovado que os EV's são mais vantajosos economicamente, tanto em relação aos ICEV's para quem circula em autoestradas e tem um quotidiano citadino.

6. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo, todo o conhecimento exposto nos capítulos anteriores será aplicado em um plano de sucesso para a inseminação dos EV's nas estradas portuguesas. Como base de um plano de sucesso é utilizado o plano da Noruega (JOLLY, 2016) e para o auxílio da elaboração desta proposta é usado o programa Vensim.

6.1. DIFUSÃO DA INOVAÇÃO

Em ordem a aplicar um novo modo de transporte é fundamental entender a sociedade, se ela está preparada ou não, qual a sua receção a novas ideias. Antes da aplicação do caso de estudo, recorri à literatura para entender a capacidade da sociedade para aderir a novos conceitos.

Se o objetivo é introduzir uma nova tecnologia à sociedade, é indispensável o conhecimento de como as pessoas aderem às inovações. Segundo um estudo feito em 1962, os aderentes a novas tecnologias podem ser descaracterizados segundo o Quadro 12 (Rogers & Everett, 1962). Como a intenção do meu plano é abranger todos os condutores, é essencial que todos os membros da sociedade descaracterizados no Quadro 12 sejam alcançados. Esta teoria explica como as inovações são adotadas pela sociedade. Ideias e produtos de sucesso, não precisam de persuadir as pessoas para mudarem. Elas precisam de ser melhoradas e ajustadas às necessidades de cada indivíduo.

Em Portugal, segundo este estudo já existem os Primeiros adeptos (*Early adopters*), mas ainda falta conquistar 84% da sociedade.

QUADRO 12- DIFUSÃO DA INOVAÇÃO (Rogers & Everett, 1962).

<i>Inovadores (Innovators)</i>	<i>Primeiros adeptos (Early adopters)</i>	<i>Maioria inicial (Early majority)</i>	<i>Maioria tardia (Late majority)</i>	<i>Retardatários (Laggards)</i>
Membros da sociedade que criam a inovação ou produto.	Membros da sociedade que estão atentos ao trabalho feito pelos inovadores e o divulgam.	Membros da sociedade que têm facilidade em identificar e usufruir da inovação	Membros da sociedade que após verem o sucesso da inovação a adquirem.	Membros da sociedade que não têm qualquer interesse pela inovação.
São os inventores/cientistas	São os investidores.	Normalmente corresponde à classe mais dinâmica da sociedade.	São na maioria as pessoas que já se encontram na casa dos quarenta a cinquenta anos.	Pessoas que se enquadram na terceira idade.
2,5%	13,5%	34%	34%	16%

Também é relevante um estudo público da Lógica da Cidade (CL), que é tão importante como o estudo tecnológico (Figliozi, 2010). O CL tem como objetivo melhorar a qualidade de vida dos cidadãos sem prejudicar os setores que sustentam a sociedade. Os pontos-chave das medidas CL é a substituição parcial ou total dos veículos com elevados níveis de emissões prejudiciais à saúde pública por veículos elétricos, híbridos ou veículos com baixas emissões (Trip & Konings, 2014).

O Politécnico de Torino fez um estudo em ordem a fortalecer a literatura, sobre a adoção dos veículos elétricos com recurso ao sistema de CL existente (Cagliano, Carlin, & Mangano, 2015). Este estudo concluiu que a adoção é influenciada pela poupança econômica, pelos feedbacks positivos e pela imagem “amiga do ambiente” que estão relacionados ao modelo de logística sustentável proposto. O estudo mostra que a saturação do mercado é atingida em cerca de três anos e o novo sistema CL leva a uma redução dos gases de efeito de estufa. A economia

é assegurada pela segurança tecnológica do veículo elétrico e pela contribuição econômica pública. Com este estudo pode-se concluir que os benefícios ambientais dos sistemas que são promovidos através de campanhas publicitárias, o envolvimento das autoridades públicas e a adoção de tecnologias adequadas são os principais aspetos que podem estimular a difusão (Cagliano *et al.*, 2015).

Para a elaboração deste plano também é elementar a formulação de políticas bem-sucedidas para a tecnologia emergente que depende de dois fatores principais: adoção de uma perspectiva científica e a previsão com precisão dos potenciais efeitos da política (Lu, Liu, Tao, Rong, & Hsieh, 2017).

Um estudo feito para a difusão de EV's na China propõe que subsídio financeiro (FS) é um instrumento de política direta utilizado para estimular a inovação. Para uma indústria emergente, que acompanha o crescimento de uma nova tecnologia e da insegurança do mercado, a FS pode desempenhar um papel importante durante o processo de trabalho. Um subsídio aumenta significativamente a probabilidade de uma empresa nos setores de fabricação e serviços de forma a ajudar a empresa a assegurar sua tecnologia básica e a resistência competitiva. Além disso, um subsídio de preço (ou consumidor) é benéfico na redução das despesas sobre os potenciais consumidores, de modo a criar demanda e alcançar a comercialização (Lu *et al.*, 2017).

Na Noruega existem os seguintes incentivos: ausência dos impostos de compra e importação, isenção de 25% de IVA na compra, baixa taxa rodoviária anual, ausência da cobrança de portagens ou ferries, estacionamento municipal gratuito, acesso a pistas de autocarros, imposto de carro de empresa reduzido em 50%, isenção de 25% de IVA do leasing (Elbilforeningen, 2017).

6.2. MODELAÇÃO DINÂMICA DO SISTEMA DE ADOÇÃO

Em Portugal, como já abordado anteriormente, existe um plano de incentivo à compra de veículos com baixas emissões, mas ainda não é o suficiente para os EV's dominarem o mercado automóvel. Na Figura 49 temos o gráfico da quota de EV's atual em Portugal, onde as medidas governamentais já têm influência.

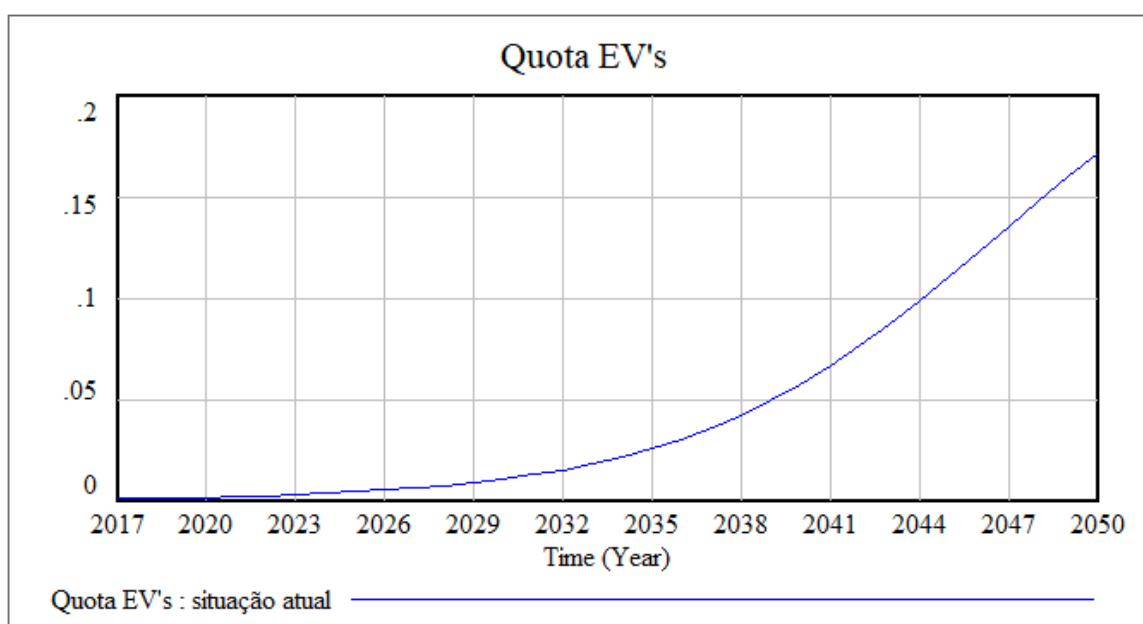


FIGURA 37- QUOTA EV'S EM PORTUGAL 2017.

Pela análise da Figura 37, podemos concluir que só apenas a partir do ano 2050 a quota de EV's em Portugal irá ultrapassar o valor 0,2 numa escala entre zero e um, o que é um valor muito reduzido e não corresponde às expectativas.

Para a composição deste gráfico elaborei o esquema em Vensim apresentado na Figura 50. Neste esquema introduzi todos os incentivos existentes, os dados atuais relativos à expansão dos veículos elétricos em Portugal e os fatores exteriores que influenciam a sua venda. Considerei uma taxa de crescimento dos EV's de 33%, pois entre 2015 e 2016 houve um acréscimo de 665 EV's.

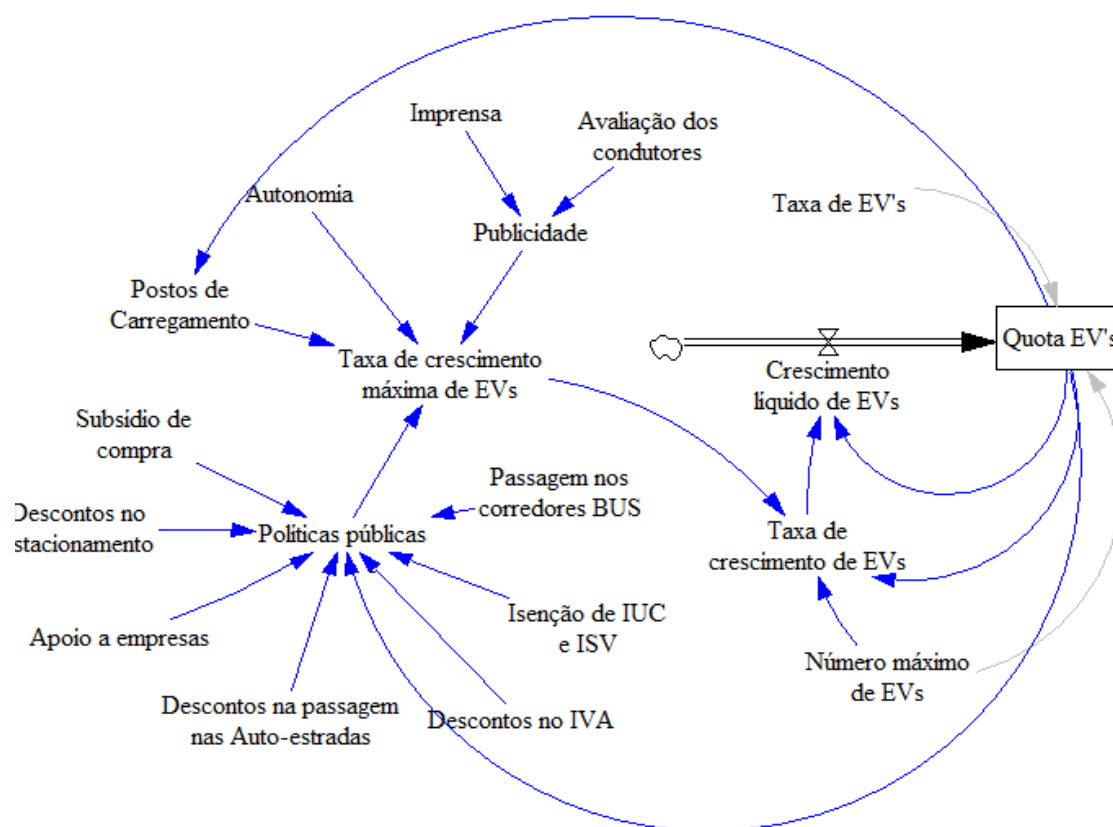


FIGURA 38- ESQUEMA VENSIM PARA DESCREVER A QUOTA ATUAL DE EV'S EM PORTUGAL.

Mas como podemos constatar a partir da Figura 39, este plano tem uma difusão muito lenta, ou seja o plano existente precisa de melhorias.

Para o enquadramento do plano português no enquadramento europeu, desenvolvemos o mesmo esquema para a Noruega. Como já foi mencionado anteriormente, a Noruega apresenta o melhor plano, os melhores incentivos monetários para os condutores e a melhor rede de carregamentos. E o resultado está apresentado na Figura 39. Todos os países com interesse na mobilidade elétrica deveriam ter uma quota de mercado semelhante à da Noruega.

Pelo Quadro 2 apresentados no Capítulo três, concluímos que o plano português é semelhante ao da Noruega, o que diferencia é a intensidade dos incentivos na Noruega são superiores aos incentivos em Portugal.

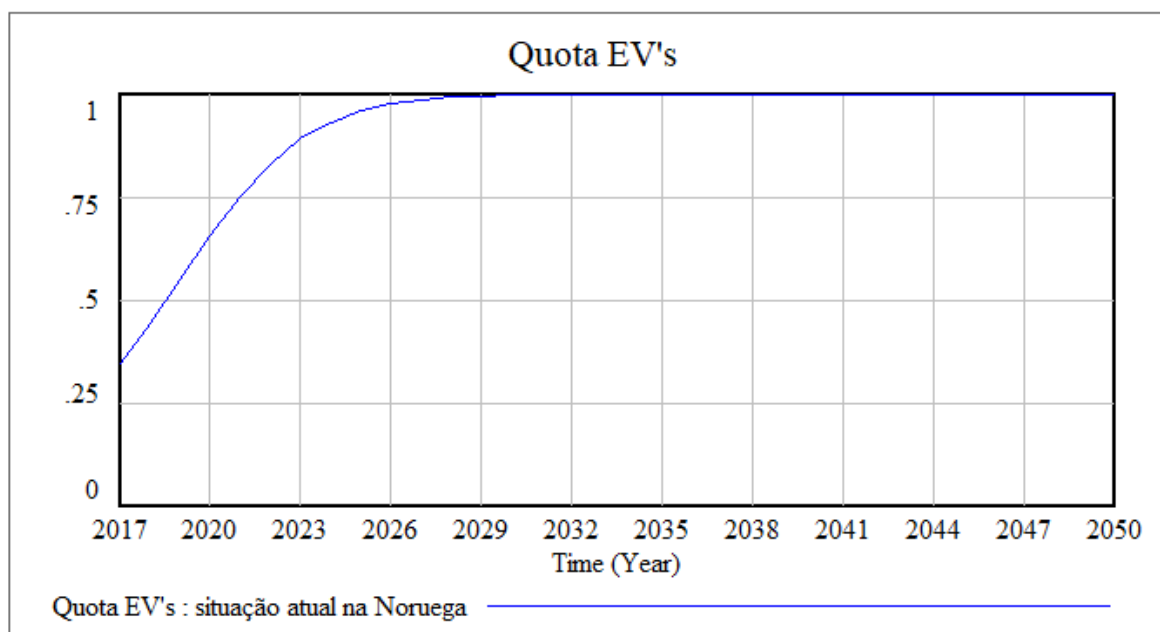


FIGURA 39- QUOTA DE EV'S NA NORUEGA 2017.

De modo a obter um gráfico semelhante à Figura 39, fizemos uns ajustes à Figura 38 e introduzimos novos incentivos que poderão vir a constar no plano português de incentivo à compra de EV's.

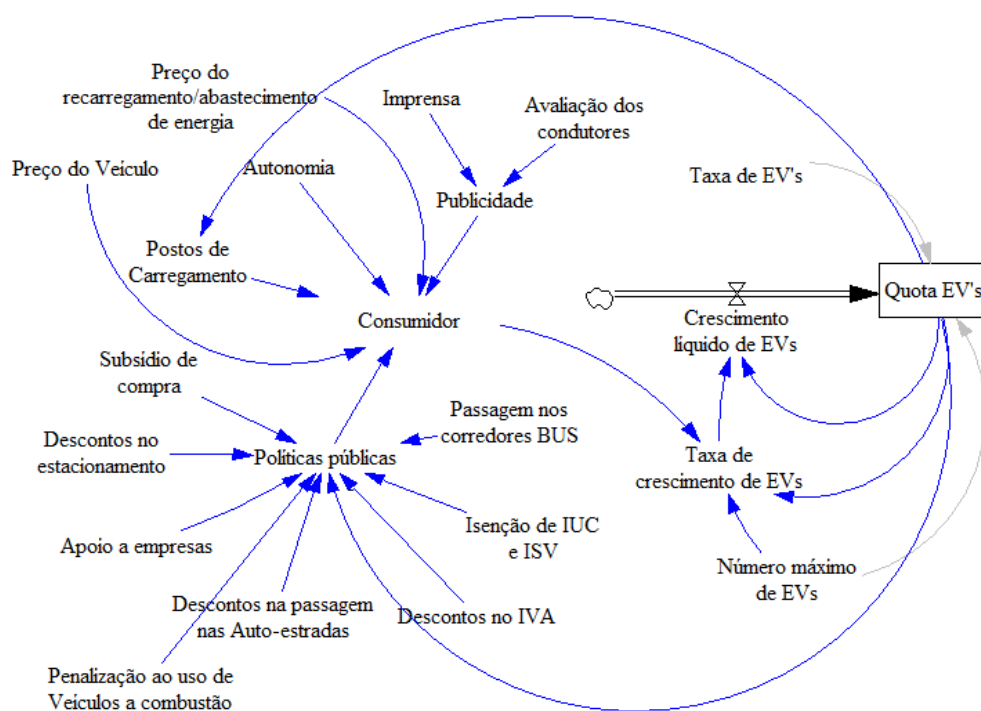


FIGURA 40- ESQUEMA VENSIM PARA DESCREVER UM POSSÍVEL MODELO PARA A EVOLUÇÃO DE EV'S EM PORTUGAL.

Nesta Figura 40 introduzimos a variável “Penalização ao uso de veículos a combustão” que tem influência direta no *level* “Políticas públicas”. A variável introduzida é de grande ênfase, porque se os ICEV ‘s forem proibidos de circular livremente em grandes nichos urbanos os proprietários dos automóveis a combustão vão ser descriminados negativamente nas contas mensais em relação aos EV’s e no seu quotidiano. Outra variável introduzida é o preço do veículo, que como já foi abordado anteriormente, o preço dos EV’s é compensatório em relação aos ICEV’s. O “Preço do carregamento/abastecimento” também têm muito porte no dia-a-dia do condutor, um carregamento para 100 km fica muito mais em conta do que um abastecimento para 100 km.

Como resultado da introdução destas novas variáveis, temos a Figura 41 que apresenta uma curva muito mais apreciável.

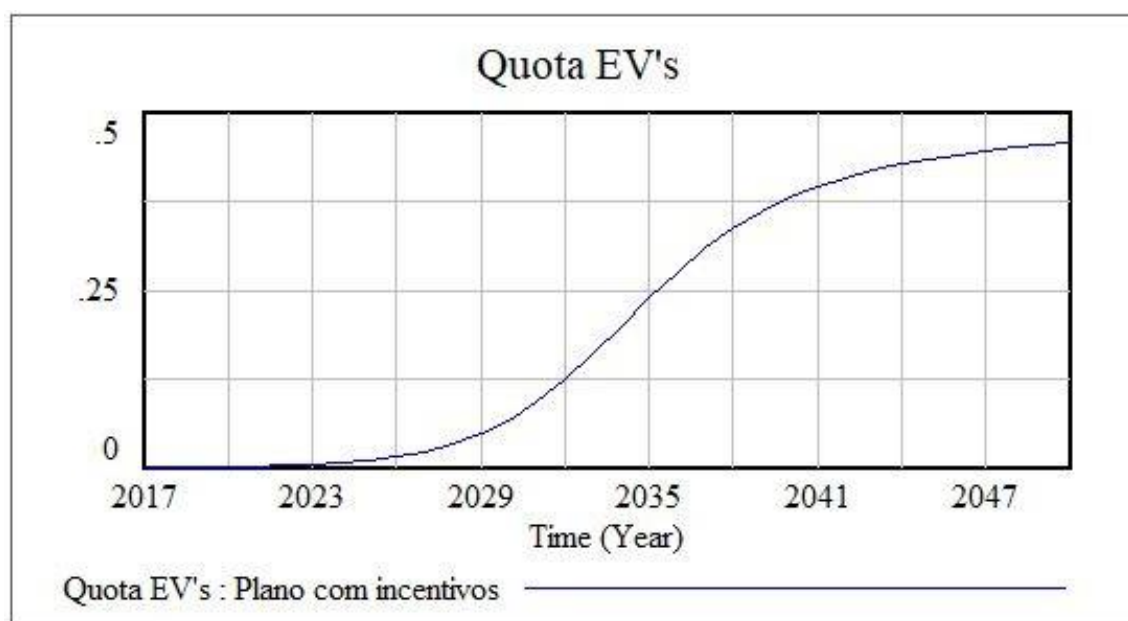


FIGURA 41- QUOTA DE EV'S EM PORTUGAL DE UM PLANO COM INCENTIVOS.

Mas se a estes incentivos associarmos parâmetros de discriminação aos automóveis convencionais, como é diferenciado na Figura 42, temos um gráfico distinto.

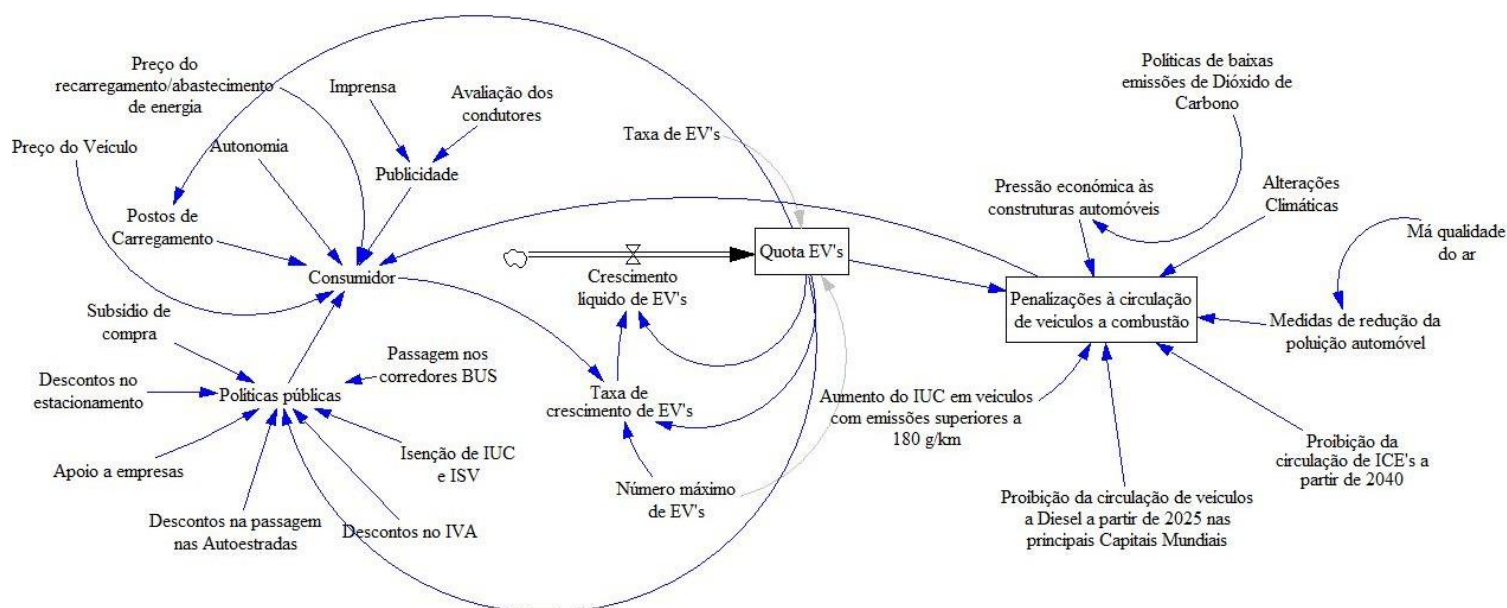


FIGURA 42- ESQUEMA VENSIM PARA DESCREVER UM MODELO DISCRIMINATÓRIO PARA A EVOLUÇÃO DE EV'S EM PORTUGAL.

Neste esquema foi introduzido o parâmetro “Penalizações à circulação a combustão”, ao qual foi associado as seguintes variáveis: - Pressão económica às construtoras automóveis; - Políticas de baixas emissões de carbono; - Alterações climáticas; - Medidas de redução da poluição automóvel; - Proibição da circulação de ICE's a partir de 2040; - Proibição da circulação de veículos a Diesel a partir de 2025 nas principais capitais mundiais. Variáveis quais deviam ser consideradas na elaboração do Capítulo relativo aos automóveis nos orçamentos de estado.

A inclusão destas variáveis no esquema *Vensim*, traduzem-se na curva da Figura 43. Uma curva que vai ao encontro as expectativas europeias, e que responde de uma forma positiva aos incentivos providos pelo estado. Se no orçamento de estado de 2018/2019 forem considerados todos os pontos evidenciados na Figura 43, podemos atingir as metas delineada pela curva, e ter o cuidado de ano após ano manter ou melhorar as iniciativas adotadas.

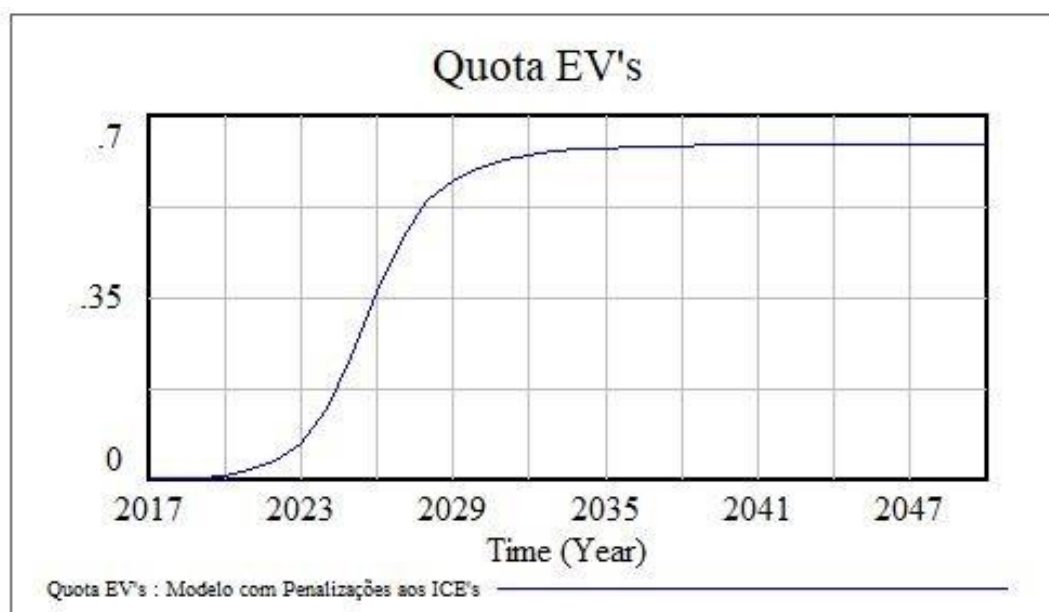


FIGURA 43- QUOTA DE EV'S EM PORTUGAL DE UM PLANO COM INCENTIVOS.

6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo é essencial para o entendimento da necessidade da reformulação das medidas de apoio à compra de veículos sem emissões.

O fundo de dois milhões e trezentos mil euros faz se pouco em relação à necessidade de melhoramento do plano em vigor. No orçamento de estado de 2017, apenas os primeiros 1000 condutores de veículos com emissões reduzidas têm direito ao prémio associado à compra do seu elétrico, este valor deveria subir substancialmente. Deveria haver um investimento em massa na construção de postos de carregamento rápido por todos os conselhos do país, para que sejam de fácil acesso a todos os condutores.

Portugal devia seguir o plano de discriminação negativa dos veículos poluidores apresentado pela Noruega ou o plano apresentado pela figura 43. Onde os fundos arrecadados pela discriminação dos ICE's são direcionados para o plano de incentivos à compra de elétricos e assim Portugal teria os fundos necessários para o melhoramento do plano de aquisição de EV's.

Se Portugal continuar a este ritmo, vão ser necessários longos anos até que os EV's alcancem um patamar de escolha primordial dos condutores.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo a interpretação da difusão de veículos ligeiros sem emissões no mercado europeu.

Em primeiro lugar foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre os veículos elétricos, nomeadamente o seu funcionamento, o tipo de tecnologias existentes no mercado e os modos de carregamento. Atualmente, os veículos elétricos a bateria e os veículos elétricos híbridos *plug-in* são os mais dinâmicos e ajustáveis à nossa sociedade, tendo a taxa de vendas muito superior em relação às restantes tecnologias existentes. Os veículos elétricos movidos com uma célula de combustível também são de grande empatia, pois num futuro próximo também serão veículos ajustáveis ao quotidiano, quando a questão do hidrogénio for dominada. Por toda a Europa o número de postos de carregamento normal começam a ser superados pelos postos de carregamento rápido, devido ao tempo de carregamento associado.

Em segundo lugar as políticas implementadas pela União Europeia e pelos governos da Europa 28 foram descaraterizados e pode-se dizer que a EU está obstinada em reduzir as suas emissões de gases de efeito de estufa e reduzir a sua dependência petrolífera. Todos os países da Europa 28 têm um plano de apoio à compra de veículos com baixas emissões de dióxido de carbono, mas nem todos têm a mesma taxa de sucesso. A Noruega sobressai-se como o melhor plano de incentivos em toda a Europa e encontra-se como referência para todos os governos mundiais que tenham interesse em evoluir para a mobilidade elétrica. Neste ponto pode-se dizer que um bom programa de apoio à compra de EV's está diretamente ligado com uma boa disseminação de EV's no mercado. Também é de salientar que nem todos os países têm as condições geográficas e económicas para acolher a mobilidade elétrica.

Em terceiro lugar foi efetuado um estudo das emissões de dióxido de carbono por toda a Europa e em Portugal. A União Europeia tem trabalhado para reduzir estes valores, tendo publicado diretivas para a construção de motores mais eficientes e combustíveis mais ecológicos e apelando para todos os países da Europa 28 abriguem planos de discriminação positiva dos EV's. Portugal é o país com as emissões mais baixas de gases de efeito de estufa emitidas pelos carros novos vendidos em toda a Europa, o que se pode concluir que Portugal

está dinamicamente ativo e recetivo à mudança de mobilidade e à mudança de economia de carbono.

Em quarto lugar foi avaliado a posição de Portugal em relação aos veículos elétricos. Pode-se dizer que existe um bom plano base de suporte à compra de EV's, mas ainda existe um grande caminho a percorrer para se prosseguir para a mobilidade elétrica. Onde se visiona um melhoramento das políticas em vigor, aumento do fundo direcionado para esta iniciativa como também o uso de todos os meios de comunicação para a divulgação deste projeto. Pois ficou concluído que para quem tem um quotidiano citadino o elétrico apresenta uma poupança acentuada.

Em quinto lugar foi demonstrado analiticamente que os veículos elétricos são a melhor escolha para quem tem um exausto quotidiano citadino, como é o caso dos taxistas.

Em sexto lugar foi feito um estudo da difusão e da inovação na sociedade, foram mencionados planos da difusão dos EV's em alguns mercados e foi revisto o plano atual de incentivo à compra de um elétrico em Portugal e chegou-se à conclusão que este precisa de ajustes que o influenciam positivamente e exponencialmente.

Quanto a futuros trabalhos, na sequência desta dissertação, será feita a continuação da atualização dos dados relativos às vendas de EV's em todos os mercados, políticas implementadas, tecnologias em alta e a emergir e divulgação de novos planos de incentivo à compra de veículos elétricos.

REFERÊNCIAS

- Ajanovic, A. (2014). Promoting environmentally benign electric vehicles. *Energy Procedia*, 57, 807–816. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.289>
- Ajanovic, A., & Haas, R. (2016). Dissemination of electric vehicles in urban areas : Major factors for success. *Energy*, 115, 1451–1458. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.040>
- Ambiental, F. (2017). Veículos com baixas emissões de CO2 marcam pontos, 1–4. Retrieved from <http://www.jornaldenegocios.pt/negocios-em-rede/gestao-de-frotas-2017/detalhe/veiculos-com-baixas-emissoes-de-co2-marcam-pontos>
- AUTOCLUBE. (2017). Portugal é líder europeu nas emissões dos carros novos, 1–3. Retrieved from <http://ac.acp.pt/atualidade/entity/portugal-e-lider-europeu-nas-emissoes-dos-carros-novos>
- Automóvel, G. do. (2017). Simulador IA / ISV e IUC Novos - (Imposto Automóvel / Imposto Sobre Veículos) e Imposto Único de Circulação, 6–8. Retrieved from <http://www.guiadoautomovel.pt/simulnovos.php>
- Bakker, S., & Jacob Trip, J. (2013). Policy options to support the adoption of electric vehicles in the urban environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25(January), 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.005>
- Boosts, G., Vehicle, E., Blogs, P., Bookstore, M., Signs, V., Press, O., & Us, A. (2017). Germany Boosts Electric Vehicle Development, (0), 1–2.
- Brief, M., France, W., & Conference, C. (2017). MARKET BRIEF-E-MOBILITY IN FRANCE – 16, (December 2015), 1–8. Retrieved from <https://www.export.gov/article?id=Market-Brief-E-Mobility-in-France-2016>
- Cagliano, A. C., Carlin, A., & Mangano, G. (2015). Politecnico di Torino Porto Institutional Repository adoption. Retrieved from http://porto.polito.it/2615585/1/Cagliano_et_al_TAM15.pdf

- Canals Casals, L., Martinez-Laserna, E., Amante García, B., & Nieto, N. (2016). Sustainability analysis of the electric vehicle use in Europe for CO2 emissions reduction. *Journal of Cleaner Production*, 127, 425–437.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.120>
- Chris Lilly. (2017). Electric car buying guide. *Next Greencar*, 1–6. Retrieved from <http://www.nextgreencar.com/electric-cars/buying-guide/>
- CIVES. (2017). La CIVES, 1–4. Retrieved from <https://cives.ceinorme.it/it/cives-legislazione-nazionale.html#Incentivazionialmercato>
- Costa, J. M. (2017). UE propõe ligar portagens às emissões dos veículos, 4–7. Retrieved from <http://automonitor.pt/2017/04/24/novidades/noticias/ue-propoe-ligar-portagens-as-emissoes-dos-veiculos/>
- Danish, M. of E. (2017). Danish Energy Agency, (March), 2015–2017. Retrieved from <https://ens.dk/en/about-us/organisation>
- Diplomatie, F. (2017). France is the largest electric vehicle market in Europe. Retrieved from <http://www.diplomatie.gouv.fr/en/french-foreign-policy/economic-diplomacy-foreign-trade/facts-about-france/one-figure-one-fact/article/france-is-the-largest-electric>
- Drive, S. electric. (2017). Dados técnicos Smart Fortwo Cabrio Elettric Drive., 5–9. Retrieved from <https://www.smart.com/pt/pt/index/smart-fortwo-cabrio-electric-drive-453/technical-data.html>
- EC. (2017). Clean Transport - Support to the Member States for the Implementation of the Directive on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure, 136. Retrieved from <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2013>
- Edison, T. A., & Lamp, E. (1880). > UNITED STATES PATENT ‘ OFFICE ., (223). Retrieved from <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US223898.pdf>
- EDP. (2017). Eletricidade, 2017. Retrieved from <https://energia.edp.pt/particulares/energia/tarifarios/>
- Elbilforeningen, F. (2017). Følg Elbilforeningen. *Norsk Elbilforening*, 1–4. Retrieved from

- <http://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
- Ellram, L. M. (1995). Total cost of ownership. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(8), 4–23. <https://doi.org/10.1108/09600039510099928>
- European Commission. (2011). *Roadmap to a Single European Transport Area—Towards a competitive and resource efficient transport system*. Office for Official Publications of the European <https://doi.org/10.2832/30955>
- Ev, T., Ev, T. N., & Geiranger, R. (2017). Månedlig nyhetsbrev, 1–2.
- EVvolumes. (2017). Europe Plug-in Sales for 2016, 1–6. Retrieved from <http://www.ev-volumes.com/>
- Explained, S. (2017). Greenhouse gas emission statistics, 2015(June 2017), 1–6. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf>
- Features, K., Rfid, E., Ip, R., & Applications, E. (2016). Delta EV DC Quick Charger 50. Retrieved May 31, 2017, from <http://www.deltaww.com/filecenter/Products/Download/08/0806/pdf/DC Datasheet for Europe.pdf>
- Figliozi, M. A. (2010). THE IMPACTS OF CONGESTION ON COMMERCIAL VEHICLE TOUR CHARACTERISTICS AND COSTS Department of Civil and Environmental Engineering Maseeh College of Engineering and Computer Science Portland State University, 1–29. Retrieved from <http://web.cecs.pdx.edu/~maf/Journals/The impact of congestion on commercial vehicle tours and costs.pdf>
- Fleetmagazine. (2015). TCO : Elétrico (Nissan LEAF) vence híbrido e diesel, 3–7. Retrieved from <http://fleetmagazine.pt/2015/03/17/nissan-leaf-tco-eletrico/>
- FleetMagazine. (2016). Quais os custos de utilização mais baratos : diesel ou gasolina ?, 3–7. Retrieved from <http://fleetmagazine.pt/2016/12/28/utilitarios-gasolina-ou-diesel/>
- Fontaras, G., Zacharof, N.-G., & Ciuffo, B. (2017). Fuel consumption and CO 2 emissions from passenger cars in Europe À Laboratory versus real-world emissions I. *Progress in Energy and Combustion Science*, 60, 97–131. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.004>
- Gasolina, M. (2017). Mais gasolina o site dos preços dos combustíveis em portugal, 6–7. Retrieved from <https://www.maisgasolina.com/>

- 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, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.003>
- Haugneland, P., Christina, B., & Hauge, E. (2016). The Norwegian EV success continues. *EVS29 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium 19-22 June 2016*, 1–9. Retrieved from <http://wpstatic.idium.no/elbil.no/2016/06/paper-evs29-norwegian-ev-success.pdf>
- ICCT. (2016). Comparison of Leading Electric Vehicle Policy and Deployment in Europe, (May).
- INEA, I. and N. E. A. (2016). TEN-T Programme. *European Commission*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/inea/ten-t>
- International Energy Agency. (2016). Global EV Outlook 2016 Electric Vehicles Initiative. *Iea*, 51.
- Johannes Kester, Lance Noel, G., Zarazua de Rubens, Xiao Lin, B., & Sovacoo. (2017). RECONSIDERING THE FUTURE OF ELECTRIC VEHICLES ON ICELAND. Retrieved from http://btech.au.dk/fileadmin/user_upload/Reconsidering_the_Future_of_EVs_on_Iceland_2016.pdf
- John Morland. (2017). Comparing the Top 5 European Countries For Electric Vehicle Adoption. *Fleetcarma*, 1–16. Retrieved from <http://www.fleetcarma.com/european-countries-electric-vehicle-adoption/>
- JOLLY, D. (2016). Norway Is a Model for Encouraging. *The New York Times*, 9–13. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2015/10/17/business/international/norway-is-global-model-for-encouraging-sales-of-electric-cars.html>
- Labeye, E., Hugot, M., Brusque, C., & Regan, M. A. (2016). The electric vehicle: A new driving experience involving specific skills and rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 37, 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.11.008>
- Lambert, F. (2017). Denmark to relaunch its electric vehicle market with incentives after a year with almost no sales. *Electrek*, (December 2015), 1–10. Retrieved from

- <https://electrek.co/2017/04/19/denmark-electric-vehicle-incentive/>
- Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester, B. S. (2017). THE STATUS AND CHALLENGES OF ELECTRIC VEHICLES IN DENMARK - 2017. *AARHUS UNIVERSITY*, (February). Retrieved from http://btech.au.dk/fileadmin/user_upload/Initial_Observations_about_EVs_on_Denmark.pdf
- Lance Noel, G. Z. de R., & Johannes Kester, B. S. (2017). US, (March). Retrieved from http://btech.au.dk/fileadmin/AU_Herning/Forskning/Initial_Observations_about_EVs_on_Finland_20170412.pdf
- Li, S., Tong, L., Xing, J., & Zhou, Y. (2015). The Market for Electric Vehicles : Indirect Network Effects and Policy Design. *Social Science Research Network*, June. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2515037>
- Lu, C., Liu, H., Tao, J., Rong, K., & Hsieh, Y. (2017). Technological Forecasting & Social Change A key stakeholder-based financial subsidy stimulation for Chinese EV industrialization : A system dynamics simulation. *Technological Forecasting & Social Change*, 118, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.022>
- Lutsey, N. (2015). Transition to a global zero-emission vehicle fleet: A collaborative agenda for governments, (September). Retrieved from www.theicct.org
- Margaritis, D., Anagnostopoulou, A., Tromaras, A., & Boile, M. (2016). Electric commercial vehicles: Practical perspectives and future research directions. *Research in Transportation Business and Management*, 18, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.005>
- McDowall, W. (2014). Are scenarios of hydrogen vehicle adoption optimistic? A comparison with historical analogies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 20, 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.10.004>
- McKinsey. (2014). Cars, components and costs. *Electric Vehicles in Europe*, (April), 21.
- McKinsey. (2016). *Electric vehicles in Europe*. <https://doi.org/10.2800/100230>
- Melton, N., Axsen, J., & Sperling, D. (2016). Moving beyond alternative fuel hype to decarbonized transportation. *Nature Energy*, 1(February), 1–29.

- <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.13>
- MOBI.E. (2017). MOBI.E, 1–3. Retrieved from <https://www.mobie.pt/how-electric-mobility>
- Morton, C., Anable, J., & Nelson, J. D. (2016). Exploring consumer preferences towards electric vehicles: The influence of consumer innovativeness. *Research in Transportation Business and Management*, 18, 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.007>
- Notícias, J. de. (2016). Seis cidades portuguesas acima do limite de poluição do ar, 5–8.
- Observador. (2016). Portugal é o segundo melhor país europeu nas emissões de CO2 de carros novos, 2016–2018.
- Parliament, the E. (2014). DIRECTIVE 2014/94/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure. *Official Journal of the European Union*, 1–21. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1496229508071&uri=CELEX:32014L0094>
- Paul Andrew Schaafsma. (2012). ELECTRIC MACHINE, 1(19). Retrieved from <https://www.google.com/patents/US20120212091?dq=1828++Ányos+Jedlik&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwik6vqd3JXVAhWL1hQKHVYABuYQ6AEIjAA>
- Peeters, E. P. O. / S. (2017). Countries. *EUROPEAN ALTERNATIVE FUELS OBSERVATORY*, 1–6. Retrieved from <http://www.eafo.eu>
- Pneucity. (2017). pneucity.com, (0), 1–7. Retrieved from https://www.pneucity.com/cgi-bin/rshop.pl?dsco=134&sowigan=So&Breite=205&Quer=55&Felge=16&Speed=&kategorie=6&Marke=&ranzahl=4&search_tool=standard&rsmFahrzeugart=ALL&suchen=Mostrar+os+resultados+
- Renewable, I., & Agency, E. (2017). *Electric Vehicles: Technology Brief*.
- Rogers, E. M., & Everett, M. (1962). *DIFFUSION OF Third Edition*. Retrieved from <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/everett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf>
- Saccani, N., Perona, M., & Bacchetti, A. (2017). The total cost of ownership of durable consumer goods: A conceptual model and an empirical application. *International Journal of Production Economics*, 183(September 2016), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.021>

- Sherif, Y. S., & Kolarik, W. J. (1981). Life Cycle Costing: Concept and Practice. *OMEGA The Int. JI of Mgmt Sci*, 9(3), 287–296. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(81\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0305-0483(81)90035-9)
- SISAM. (2017). FICHA TÉCNICA Concentração de Poluentes PM2,5 – Máxima, 2–4. Retrieved from https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/sisam/wp-content/uploads/2015/12/Ficha-Técnica_nova_Conc_PM25_Max.pdf
- Smart. (2017). Dados técnicos Smart fortwo cabrio., 5–9. Retrieved from <https://www.smart.com/pt/pt/index/smart-fortwo-cabrio-453.html>
- The, C., & Energy, C. (2013). Analysis of the Electric Vehicle Industry C r e a t i n g t h e C l e a n E n e r g y E c o n o m y.
- Trip, J. J., & Konings, R. (2014). Supporting electric vehicles in freight transport in Amsterdam, (35), 1–34. Retrieved from http://e-mobility-nsr.eu/fileadmin/user_upload/downloads/info-pool/ActionPlanAmsterdam.pdf
- UVE. (2017a). Postos de Carga Rápida, 1–6. Retrieved from <https://www.uve.pt/page/36-postos-carga-rapida-funcionamento-portugal/>
- UVE. (2017b). Vendas totais de Veículos Elétricos em Portugal BEV (100 % elétrico) + PHEV (Híbrido Plug-in), 94995. Retrieved from https://www.uve.pt/page/wp-content/uploads/2017/06/Vendas-totais-de-VE-em-Portugal-2011_2017.pdf
- Vehicles, E. A. for B. E. (2009). Energy consumption , CO 2 emissions and other considerations related to Battery Electric Vehicles, (April 2009), 1–21. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/consultations/doc/2009_03_27_future_of_transport/20090408_eabev_%28scientific_study%29.pdf
- Verde, B. D. E. C. (2014). Proposta De Orçamento Do Estado Para 2015 - Relatório, 391.
- Wikipedia. (2017a). Combined Charging System. *WIKIPEDIA*, 16–18. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_Charging_System
- Wikipedia. (2017b). depreciação anual de um automóvel, 3–7. Retrieved from https://pt.wikipedia.org/wiki/Custos_do_automóvel
- Yang, Z., Slowik, P., Lutsey, N., & Searle, S. (2016). Principles for effective electric vehicle incentive design, (June).

Zubaryeva, A., Dilara, P., & Maineri, L. (2015). *Publicly funded research , development and demonstration projects on electric and plug-in vehicles in Europe - update New projects till the end of*. <https://doi.org/10.2790/271951>