Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Mobilidade Eléctrica – Metas e Sustentabilidade

Dissertação de Mestrado em
Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Vítor Manuel Teixeira Fernandes

Orientador: Salviano Filipe Silva Pinto Soares

Co-orientador: Raul Morais dos Santos

Vila Real, 2012

Mobilidade Eléctrica – Metas e Sustentabilidade

Por

Vítor Manuel Teixeira Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Salviano Filipe Silva Pinto Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Raul Morais dos Santos

Dissertação submetida à

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Para a obtenção do grau de MESTRE

Em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

De acordo com o disposto no

DR – I Série - A, Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março e no

Regulamento de Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre na UTAD

DR, 2.ª série – *N.º* 149 – Regulamento n.º 470/2011 de 4 de Agosto de 2011

DR, 2.ª série – *N.º* 244 – Declaração de retificação n.º1958/2011 de 22 de Dezembro de 2011

Vila Real, 2012

Orientação Científica:

Salviano Filipe Silva Pinto Soares

Professor Auxiliar do
Departamento de Engenharias da ECT
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Raul Morais dos Santos

Professor Auxiliar com Agregação do
Departamento de Engenharias da ECT
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Os membros do Júri recomendam à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro a aceitação da dissertação intitulada "**Mobilidade Eléctrica – Metas e sustentabilidade**" realizada por **Vítor Manuel Teixeira Fernandes** para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre.

Dezembro de 2012

Presidente: **Prof. Doutor António Luís Gomes Valente**
Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Engenharias
Escola de Ciências e Tecnologia
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Vogais do Júri: **Prof. Doutor Carlos Daniel Henriques Ferreira**
Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Electrotécnica
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Leiria

Prof. Doutor Salviano Filipe Silva Pinto Soares
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias
Escola de Ciências e Tecnologia
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Doutor Raul Morais dos Santos
Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Engenharias
Escola de Ciências e Tecnologia
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Agradecimentos

Nesta dissertação e apesar de todo o trabalho de pesquisa individual e interesse pela área, existiram contributos de várias pessoas que directa ou indirectamente cooperaram para que este trabalho pudesse chegar a bom porto, pois conciliar actividade profissional, vida familiar e trabalho académico não é tarefa fácil e exige vários sacrifícios, pelo que gostaria de agradecer:

À minha esposa pelas inúmeras correcções, comentários e incentivos à realização deste trabalho.

Aos meus filhos, Bernardo e Bárbara, pelas falhas que possa ter tido por força das circunstâncias e pela menor atenção, paciência e compreensão que lhes possa ter dispensado, estando certo que um dia este trabalho os orgulhará.

Aos orientadores, Professor Salviano Soares e Professor Raul Morais dos Santos, pela competência científica, pela disponibilidade, pelas sugestões e correcções reveladas ao longo deste período.

Ao Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P., pelos documentos disponibilizados que permitiram enriquecer o conteúdo deste trabalho.

À Câmara Municipal de Vila Real pela colaboração e disponibilização de dados determinantes para a realização deste trabalho.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse possível.

Resumo

A mobilidade eléctrica tem vindo a apresentar uma evolução considerável nos últimos anos, tanto na União Europeia, como no Japão e Estados Unidos da América. Para isso contribuíram inúmeras decisões estratégicas e desenvolvimento de políticas que permitiram que esta aposta pudesse ser ganha aos poucos.

Os construtores mundiais de veículos têm desenvolvido vários modelos de veículos eléctricos, apresentando soluções inovadoras para motores, pneus, baterias e outros componentes que permitem que os veículos eléctricos sejam uma alternativa viável em relação aos veículos tradicionais, tanto em autonomia, como em gastos de manutenção e alimentação dos motores e sobretudo de uma forma limpa uma vez que as emissões são nulas nos veículos eléctricos puros e reduzidas nos híbridos.

Portugal foi o primeiro país a ter disponível uma rede de carregamento, a rede Mobi.e, que permite percorrer todo o território num veículo eléctrico, no entanto, a crise económica que tem atingido o país, não tem permitido que os cidadãos comprem e utilizem veículos eléctricos em maior escala.

Neste trabalho, descrevem-se e analisam-se os vários Planos a nível Europeu e Nacional que permitiram que Portugal fosse pioneiro em desenvolvimento de tecnologia para a mobilidade eléctrica, desde os veículos, às redes de carregamento e todo o seu enquadramento legislativo, desde o Regime Jurídico aos Regulamentos e Normas que estabelecem as regras e princípios a cumprir por este sector.

Também se descrevem os Veículos Eléctricos, desde a sua evolução histórica, aos vários tipos e suas arquitecturas, conversão, baterias desenvolvidas e utilizadas, impacto no Sistema Eléctrico Nacional e desenvolvimento de redes inteligentes. As redes de carregamento também foram descritas, desde a rede pública de carregamento aos pontos de carregamento particulares, assim como os vários modos de carregamento.

Como caso de estudo, analisou-se a utilização e utilidade da rede Mobi.e em Vila Real e o respectivo Plano Municipal de Mobilidade Eléctrica.

Procedeu-se a realização de dois inquéritos, um para potenciais utilizadores e outro para utilizadores. O primeiro serviu para aferir o grau de conhecimentos de cada inquirido sobre Veículos Eléctricos e possibilidade de aderir a este tipo de veículos e o segundo serviu para avaliar o grau de conhecimento e satisfação dos utentes com o seu Veículo Eléctrico.

Palavras-chave

Veículo Eléctrico, Rede de Carregamento, Ponto de Carregamento, Veículo Eléctrico Híbrido, Baterias, Mobilidade Eléctrica.

Abstract

The electric mobility has been presenting a considerable evolution in recent years, both in the European Union as well as in Japan and United States of America. Numerous strategic decisions and the development of policies allowed this bid to gradually be won.

The global vehicle builders have been developing many patterns of electric vehicles, showing innovator solutions for engines, tires, battery and other elements that allow electric vehicles being a viable alternative compared to traditional ones, regarding both to their autonomy, and their upkeep and engine power, especially in a clean way, because there are no emissions in electric pure vehicles and low emissions in the hybrid ones.

Portugal was the first country having a loading network available; it was the network Mobi.e, which enables the course of all territory in an electric vehicle. However the economic crisis that has hit the country has not allowed the citizens to buy and use electric vehicles on a larger scale.

This essay describes and analyzes the several European and national projects that allowed Portugal to be the pioneer in the development of electric mobility technology, from the vehicles to the loading network and all their legislative framework, the Legal System and the Regulations and Standards that establish the rules and principles to be met by this sector.

The essay also describes the Electric Vehicles, from its historical evolution to the several types, their architectures, conversion, developed and used batteries, the impact on the National Electricity System and development of smart grids. The loading network were also described, from the public loading network to the private loading points, as well as several ways of charging.

In the case of study it was analyzed the using and utility of the network Mobi.e in Vila Real and its Municipal Plan for Electric Mobility.

It was performed two surveys: one for the potential users and another to the users. The first one served to assess the degree of knowledge about Electric Vehicles of which respondent and the possibility to joining this type of vehicle, and the second one served to evaluate the degree of knowledge and satisfaction of customers with their Electric Vehicle.

Keywords

Electric Vehicle, Loading Network, Loading Point, Hybrid Electric Vehicle, Batteries, Electric Mobility.

Índice

Júri vi

Agradecimentos viii

Resumo ix

Palavras-chave x

Abstract xi

Keywords xii

Índice xiii

Lista de figuras xv

Lista de tabelas xxi

Lista de abreviações xxii

1. Introdução 1

1.1 Motivação 2

1.2 Contribuição 3

1.3 Estrutura da Dissertação 4

2. Mobilidade Eléctrica – Perspectiva na UE e em Portugal 5

2.1 Plano Nacional Para as Alterações Climatéricas (PNAC) 7

2.2 Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) 9

2.3 Estratégia Nacional para a Energia (ENE2020) 12

2.4 Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER) 15

2.5 Plano de Melhoria da Qualidade do Ar (PPar) 19

2.6 Plano de Acção para a Mobilidade Urbana (PAMU) 22

2.7 Mobilidade Eléctrica – O Regime Jurídico 23

2.7.1 Regulamento de Homologações 24

2.7.2 Normas e Normalização 25

2.7.3 Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) 28

2.8 Plano Estratégico dos Transportes (PET) 29

2.9 Eixos de Actuação 30

3. Veículos Eléctricos 31

3.1 Evolução histórica do VE 33

3.1.1 Veículos Eléctricos a Bateria (VE) 38

3.1.2 Veículos Eléctricos Híbridos (VEHs) 45

3.1.3 Veículos a Pilha de Combustível VPC) 51

3.1.4 Veículos Eléctricos de Alimentação Directa (VEAD) 53
3.2 Veículo Convencional 55
3.3 Conversão de Veículos 56
3.4 Outros Veículos Eléctricos 57
3.5 Baterias e Gestão de Energia 62
3.6 Impacto no Sistema Eléctrico Nacional 67
3.7 Redes Inteligentes (*Smart Grid`s*) 74

4. Mobi.e – O Programa de Mobilidade Eléctrica em Portugal 77
4.1 Rede carregamento 79
4.1.1 Modos de carregamento 79
4.1.2 Pontos de carregamento públicos 84
4.1.3 Pontos de carregamento particulares 85
4.1.4 Pontos de carregamento sem fios 88
4.1.5 Pontos de carregamento móveis e de emergência 89

5. Caso de estudo – Rede Mobi.e em Portugal 91
5.1 Rede Mobi.e em Vila Real 92
5.2 Inquéritos e Análise de Caso 98
5.2.1 Caracterização do Inquérito para Potenciais Utilizadores 99
5.2.2 Caracterização do Inquérito para Actuais Utilizadores 106

6. Conclusões 113
6.1 Perspectiva de Trabalho Futuro 115

Referências Bibliográficas 117

Anexo A Alguns dos VEs em comercialização 121
A.1 Veículos Ligeiros Eléctricos Puros 123
A.2 Desportivos 124
A.3 Veículos Eléctricos Híbridos 125
A.4 Quadriciclos – Fabrico Português 126
A.5 Outros Quadriciclos 127
A.6 Motociclos, Triciclos e Outros 128
A.7 Preços 129

Anexo B ***Eliica* e *BYD e6*** **131**

Anexo C **Acidentes com VEs** **133**

Anexo D **Projectos Universitários em Portugal**

D.1 **CEPIUM – Universidade do Minho** **137**

D.2 **FST 04e – Instituto Superior Técnico (Lisboa)** **138**

D.3 **VEC – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto** **139**

D.4 **Outros** **140**

Anexo E **Inquéritos**

E.1 **Inquérito – Veículos Eléctricos potenciais utilizadores** **141**

E.2 **Inquérito – Veículos Eléctricos actuais utilizadores** **145**

Anexo F **Resposta das Marcas** **150**

Lista de figuras

Figura 2.1	Análise do Compromisso de Cumprimento do Protocolo de Quioto, no ano médio 2010, com a integração da eficácia ambiental esperada com as novas metas 2007	7
Figura 2.2	A implementação do plano permite reduzir em 1% o crescimento da factura energética	10
Figura 2.3	Programas de melhoria da eficiência energética	11
Figura 2.4	Meta de 31% de Renováveis na energia final em 2020	13
Figura 2.5	Evolução da estimativa da energia proveniente da FER, por sectores	16
Figura 2.6	Histórico da evolução da produção de energia eléctrica a partir de FER	16
Figura 2.7	Estimativa da evolução da potência instalada (MW) nas diferentes tecnologias FER em 2010	18
Figura 2.8	Estimativa da evolução da potência instalada (MW) nas diferentes tecnologias FER em 2020	18
Figura 2.9	Rede de monitorização da qualidade do ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo	19
Figura 2.10	Rede de monitorização da qualidade do ar na Região Norte	20
Figura 2.11	Conector Tipo 2 "*Mennekes*"	28
Figura 2.12	Conector utilizado no *Tesla Roadster*	28
Figura 3.1	O Primeiro VE	33
Figura 3.2	*EV1* da *General Motors*	35
Figura 3.3	*Toyota RAV4* EV	35
Figura 3.4	*EV1* destruídos	36
Figura 3.5	*Chevrolet Volt*	37
Figura 3.6	*Opel Ampera*	37
Figura 3.7	Arquitectura de VE com um único motor eléctrico	39
Figura 3.8	Arquitectura de VE com dois motores eléctricos	40
Figura 3.9	Arquitectura de VE com motores eléctricos montados nas rodas	40
Figura 3.10	Chassis do *Opel Ampera* com um motor eléctrico	41
Figura 3.11	Conceito *eCorne*r da *Siemens VDO*	42
Figura 3.12	Roda com motor eléctrico incorporado	42
Figura 3.13	*Electric Car Tyre Concept*	44
Figura 3.14	*Michelin Active Wheel* (Roda activa)	44
Figura 3.15	*Honda Insight*	46
Figura 3.16	*Toyota Prius*	46
Figura 3.17	VEH Série	47
Figura 3.18	VEH Paralelo	47
Figura 3.19	VEH Série com mecanismo para armazenamento da energia de pico	48

Figura 3.20	VEH Série-parelelo	48
Figura 3.21	Diagrama de esforço de tracção em função da posição do acelerador	49
Figura 3.22	Diagrama de esforço de tracção para várias categorias de veículos	51
Figura 3.23	*Honda Jazz EV* – Híbrido *Plug-In*	51
Figura 3.24	Configuração de um VEH movido a hidrogénio (FCV)	52
Figura 3.25	Configuração de um FCV	53
Figura 3.26	Troleicarro	54
Figura 3.27	Metropolitano	54
Figura 3.28	Arquitectura de Veículo Convencional	56
Figura 3.29	*Segway* e Ciclomotor eléctrico	58
Figura 3.30	Veículo turístico "*Dilixi*"	58
Figura 3.31	Autocarro eléctrico Caetano Cobus 2500 EL	58
Figura 3.32	Mini-autocarro eléctrico "*Gulliver*"	58
Figura 3.33	Primeiro Táxi eléctrico em Lisboa	59
Figura 3.34	Ligeiro de Mercadorias Eléctrico – *Renault Kangoo Z.E.*	60
Figura 3.35	*Opel Ampera* Vencedor Rali de Monte Carlo para VEs	60
Figura 3.36	*Peugeot 508 RXH Hybrid4*	61
Figura 3.37	*Volvo XC60 Hybrid*	61
Figura 3.38	Bateria de Ácido-chumbo	63
Figura 3.39	Bateria de Niquel-Cádmio	63
Figura 3.40	Bateria de Níquel Hidreto Metálico	64
Figura 3.41	Bateria de Iões de Lítio	64
Figura 3.42	Comparação entre os tipos de baterias em análise	64
Figura 3.43	Evolução das baterias no tempo	65
Figura 3.44	Característica de densidade de potência e energia	66
Figura 3.45	Densidade de potência e energia comparando com ultracondensadores	66
Figura 3.46	Capacidade instalada em Portugal	68
Figura 3.47	Evolução da Potência Instalada	68
Figura 3.48	Evolução da Produção em Portugal	69
Figura 3.49	Diagrama de carga diário (12/12/2012)	69
Figura 3.50	Tarifário EDP para 2012, em BTN	73
Figura 3.51	Horário do ciclo semanal	73
Figura 3.52	Horário do ciclo Diário	73
Figura 3.53	Períodos de carga / descarga inteligentes dos VEs	75
Figura 3.54	Arquitectura da *smart grid* da EDP – InovGrid	76
Figura 4.1	Rede *Living Lab* Rener (Rede Piloto Mobi.e)	77

Figura 4.2	Cabo utilizado para o carregamento Modo 1	79
Figura 4.3	Cabo utilizado para o carregamento com RCD	80
Figura 4.4	Cabo com RCD e conectores "*Mennekes*" Tipo 2	80
Figura 4.5	Tomada Tipo 1 ou *Yazaki* – Conector SAE J1772	81
Figura 4.6	Tomadas "*Scame*" para Modo 3	81
Figura 4.7	Conjunto Ficha / Tomada para carregamento rápido DC	82
Figura 4.8	Ponto de carregamento lento	85
Figura 4.9	Ponto de carregamento Rápido	85
Figura 4.10	Ponto de carregamento Rápido	85
Figura 4.11	Ponto de carregamento particular [65]	87
Figura 4.12	Ponto de carregamento particular em garagem colectiva	87
Figura 4.13	Sistema de carregamento "*Plugless Power"*	88
Figura 4.14	Sistema de carregamento sem fios desenvolvido pela *Audi* para modelos *e-tron*	89
Figura 4.15	Ponto de carregamento móvel	90
Figura 4.16	Veículo para carregamentos móveis em desenvolvimento pela *Nissan*	90
Figura 5.1	Informação sobre Posto de Abastecimento	91
Figura 5.2	Localização dos Pontos de Abastecimento na Fase Piloto	92
Figura 5.3	Mapa da localização dos Pontos de Abastecimento na Fase Piloto	93
Figura 5.4	VR001 (Largo N.ª S.rª da Conceição)	94
Figura 5.5	VR002 (Av. Carvalho Araújo)	94
Figura 5.6	VR003 (Largo do Pioledo)	94
Figura 5.7	VR004 (Parque Est. Rotunda VIC)	94
Figura 5.8	VR005 (Escola Diogo Cão)	94
Figura 5.9	VR006 (Antigo Liceu)	94
Figura 5.10	Localização dos Pontos de Abastecimento na Fase de Crescimento	95
Figura 5.11	Mapa da localização dos Pontos de Abastecimento na Fase de Crescimento	96
Figura 5.12	Localização Prevista dos Pontos de Abastecimento de iniciativa privada	97
Figura 5.13	Gráfico do Género (potenciais utilizadores)	99
Figura 5.14	Gráfico da Idade	100
Figura 5.15	Gráfico das Habilitações Académicas	100
Figura 5.16	Gráfico dos Quilómetros percorridos	100
Figura 5.17	Gráfico do meio em que percorrem mais quilómetros	100
Figura 5.18	Gráfico do veículo utilizado	101
Figura 5.19	Gráfico do combustível utilizado	101
Figura 5.20	Gráfico de experiência de condução	101
Figura 5.21	Gráfico compra de veículo novo	102

Figura 5.22	Gráfico Fonte de informação	102
Figura 5.23	Gráfico Quilómetros percorridos com VE	102
Figura 5.24	Gráfico Segurança de VE	102
Figura 5.25	Gráfico Velocidade máxima de VE	103
Figura 5.26	Gráfico Impostos cobrados	103
Figura 5.27	Gráfico Custo de manutenção de um VE	103
Figura 5.28	Gráfico Nível de Ruído de VE	103
Figura 5.29	Gráficos Pontos de Carregamento	104
Figura 5.30	Gráfico Tarifa Bi-horária	104
Figura 5.31	Gráfico Hipótese de Adquirir um VE	104
Figura 5.32	Gráfico Tipo de VE que compraria	105
Figura 5.33	Gráfico conhecimento sobre VEs	105
Figura 5.34	Gráfico do Género (actuais utilizadores)	106
Figura 5.35	Gráfico da Idade	107
Figura 5.36	Gráfico das Habilitações Académicas	107
Figura 5.37	Gráfico dos Quilómetros percorridos	107
Figura 5.38	Gráfico do meio em que percorrem mais quilómetros	107
Figura 5.39	Gráfico com categoria do VE utilizado	108
Figura 5.40	Gráfico de experiência de condução	108
Figura 5.41	Gráfico com tipo de VE utilizado	108
Figura 5.42	Gráfico de VE como Primeira Opção	109
Figura 5.43	Gráfico de Autonomia máxima do VE	109
Figura 5.44	Gráfico de satisfação com autonomia	109
Figura 5.45	Gráfico de satisfação preço vs desempenho	109
Figura 5.46	Gráfico de satisfação sobre segurança	110
Figura 5.47	Gráfico de satisfação sobre velocidade	110
Figura 5.48	Gráfico de expectativas sobre Custo /km	110
Figura 5.49	Gráfico sobre diminuição de custos	110
Figura 5.50	Gráfico ausência de ruído influência a condução	111
Figura 5.51	Gráfico Ponto de carregamento habitual do VE	111
Figura 5.52	Gráfico de aproveitamento da tarifa Bi-horária	111
Figura 5.53	Gráfico com satisfação geral	112

Anexos

Figura A.1 1	*Fiat 500 EV*	126
Figura A.1 2	*Citroen C-Zero*	126
Figura A.1 3	*Volkswagen e-UP*	126
Figura A.1 4	*Mitsubishi iMiEV*	126
Figura A.1 5	*Nissan Leaf*	126
Figura A.1 6	*Peugeot iON*	124
Figura A.1 7	*Renault Fluence Z.E.*	127
Figura A.1 8	*Renault Zoe*	127
Figura A.1 9	*Renault Twizi*	127
Figura A.1 10	*Ford Focus Electric*	127
Figura A.1 11	*Volvo C30 DRIVe*	127
Figura A.1 12	*Smart Electric*	127
Figura A.2 1	*Tesla Roadster*	128
Figura A.2 2	*Citröen Survolt*	128
Figura A.2 3	*Audi E-Tron*	128
Figura A.2 4	*BMW i8*	128
Figura A.2 5	*Mercedes Benz SLS AMG e-cell*	128
Figura A.2 6	*Venturi Fétish*	128
Figura A.3 1	*BMW i3*	129
Figura A.3 2	*Hyundai Sonata Híbrido*	129
Figura A.3 3	*Citroen DS5 Híbrido*	129
Figura A.3 4	*Audi Q5 Híbrido*	129
Figura A.3 5	*Volvo V60 Híbrido*	129
Figura A.3 6	*Range Rover Híbrido*	129
Figura A.4 1	*Futi*	130
Figura A.4 2	*Mobicar*	130
Figura A.4 3	*Little 4*	130
Figura A.4 4	*Little Shifter.E*	130
Figura A.4 5	*Veeco RT (Triciclo)*	130
Figura A.4 6	*Move Mile*	130
Figura A.5 1	*Aixam*	131
Figura A.5 2	*TAZZARI Zero*	131
Figura A.5 3	*Biró*	131

Figura A.5 4	*REVA*	131
Figura A.5 5	*Alkè ATX 100E* (Ambulância)	131
Figura A.5 6	*Alkè* ATX 200E (Mercadorias)	131
Figura A.6 1	*Vetrix Superbike*	132
Figura A.6 2	*Batlight Roadstar 7000*	132
Figura A.6 3	*Vetrix Vx-1*	132
Figura A.6 4	*Piaggio MP3 Yourban*	132
Figura A.6 5	*Zero DS 2012*	132
Figura A.6 6	*Ultra Motor Hybrid 24*	132
Figura B 1	*Eliica*	136
Figura B 2	*BYD e6*	136
Figura C 1	*Crash Test Opel Ampera*	138
Figura C 2	*Crash Test Volvo C30 EV*	139
Figura C 3	*Crash Test Volvo C30 EV*	139
Figura C 4	*Crash Test Volvo C30 EV*	139
Figura C 5	*Crash Test Volvo C30 EV*	139
Figura D.1 1	CEPIUM	141
Figura D.1 2	CEPIUM Parte electrónica	141
Figura D.2 1	FST 04e	142
Figura D.2 2	Baterias do FST	142
Figura D.3 1	VEC	143
Figura D.4 1	*Volvo 460* Eléctrico	144
Figura D.4 2	Mini Eléctrico	144
Figura D.4 3	*Ligier* 162 Eléctrico	144
Figura D.4 4	Baterias *Ligier* 162 Eléctrico	144

Lista de tabelas

Tabela 2.1	Resumo das projecções de consumo energético nos transportes	8
Tabela 2.2	Resumo das projecções de emissões de GEE nos transportes	9
Tabela 2.3	Resumo das projecções de emissões de CO2 nos transportes	9
Tabela 2.4	Objectivo nacional para 2020 e estimativa da trajectória da energia proveniente de FER no sector dos transportes e global	18
Tabela 2.5	CT 146	26
Tabela 2.6	CTE 69	27
Tabela 3.1	Parque automóvel português com potencial para conversão	57
Tabela 3.2	Diagrama de Carga Diário (12/12/2012)	70
Tabela 3.3	Custo de utilização de VE vs veículo convencional	72
Tabela 4.1	Tempos de carregamento	83
Tabela A.7 1	Preços de VEs	130
Tabela A.7 2	Tabela A.7 2 – Preços de VEHs	130
Tabela A.7 3	Preços de VEs de 2 Rodas	131

Lista de abreviações

AFC	Pilha alcalina
APVE	Associação Portuguesa do Veículo Eléctrico
CEI / IEC	Comissão Electrotécnica Internacional
CEN	Comité Europeu de Normalização
CENELEC	Comité Europeu de Normalização Electrotécnica
CT	Comissão Técnica Portuguesa de Normalização
EN	Norma Europeia
FER	Fontes de Energia Renováveis
GM	*General Motors*
GEE	Gases de Efeito de Estufa
HEV	*Hybrid electric vehicle*
ICE	*Internal combustion engine*
IEC	*International Electrical Committee*
IMTT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	Organização Mundial de Normalização
MCFC	Pilha de carbonato fundido
ME	Mobilidade Eléctrica
NP	Norma Portuguesa
ONS	Organismo de Normalização Sectorial
PHEV	*Plug-in hybrid electric vehicle*
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
RTIEBT	Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão
SEN	Sistema eléctrico Nacional
SOFC	Pilha de óxido sólido
SPFC	Pilha de polímero sólido
UE	União Europeia
VE	Veículo Eléctrico
VEAD	Veículo eléctrico de alimentação directa
VEH	Veículo eléctrico híbrido
VPC	Veículo a pilha de combustível (FCV - *Fuel cell vehicle*)

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos quinze anos a União Europeia e consequentemente Portugal, tem vindo a apresentar e desenvolver vários programas e planos relacionados que redefiniram as políticas energéticas, ambientais e económicas, no sentido de diminuir a sua dependência do petróleo e seus derivados, desenvolvendo alternativas energéticas mais eficientes e mais limpas. Desta forma, a União Europeia pretende também reduzir o nível das emissões de gases do efeito de estufa, combater as alterações climáticas, melhorar a qualidade do ar e naturalmente cumprir as metas impostas pelo Protocolo de Quioto, que Portugal assinou em 1998.

As necessidades energéticas distribuem-se por vários sectores essenciais, mas no desenvolvimento do tema deste trabalho será dada especial atenção ao sector dos transportes. Este sector é responsável por cerca de 40% do consumo energético em Portugal, pelo que, as medidas a aplicar neste sector serão preponderantes para atingir as metas acordadas e diminuir a factura externa do país em termos energéticos. Neste âmbito, o desenvolvimento e implementação em larga escala da mobilidade eléctrica terá um impacto importante.

O trabalho desenvolvido nesta área em Portugal permitiu posicionar o país como pioneiro na adopção de novos modelos para a mobilidade eléctrica, sustentáveis do ponto de vista ambiental e optimizados ao nível da utilização racional de energia eléctrica. Actualmente Portugal é um dos maiores exportadores de tecnologia nesta área.

Apesar de todo o trabalho já desenvolvido, torna-se necessário conhecer quais as medidas que já foram implementadas, o que pode ser melhorado, o que ainda falta implementar e desenvolver para atingir as metas traçadas.

Com a dissertação " Mobilidade Eléctrica – Metas e Sustentabilidade", analisa-se o potencial que a mobilidade eléctrica já adquiriu e poderá vir a ter no futuro a nível nacional e europeu. Sendo a União Europeia a definir as políticas fundamentais, os países integrantes ficam obrigados a desenvolver programas e planos que permitam contribuir para o cumprimento dos Acordos Internacionais, inovando, criando conhecimento e tecnologia.

Em Portugal, o XVII Governo Constitucional assumiu como uma das prioridades para a modernização estrutural do país liderar a introdução da Mobilidade Eléctrica. Na Resolução do Conselho de Ministros n.º20/2009, de 20 de Fevereiro, criou o Programa para a Mobilidade Eléctrica com o objectivo central de introduzir e massificar a utilização do veículo eléctrico a nível nacional, como medida integrante de alguns planos estratégicos para o cumprimento de metas impostas pela União Europeia.

1.1 Motivação

Tendo a minha vida profissional relacionada com a homologação e matrícula de veículos, como Técnico Superior do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., e constatando-se o desenvolvimento da Mobilidade Eléctrica e consequentemente dos Veículos Eléctricos, pretendo adquirir e aprofundar conhecimentos técnicos e legais que me permitam um melhor desempenho profissional a breve prazo.

O Estado Português tem promovido e apoiado a implementação e desenvolvimento da mobilidade eléctrica. No entanto, será importante perceber quais os motivos que proporcionaram esta aposta, se tem viabilidade e sustentabilidade a nível europeu e qual o ponto da situação a nível nacional, uma vez que a crise económica e financeira internacional e as dificuldades que o país atravessa podem influenciar a evolução futura desta estratégia.

Foi criado um programa de incentivo fiscal à aquisição de veículos eléctricos (VEs) na sequência da aposta neste tipo de tecnologia, de forma a impulsionar a adesão do público-alvo. Actualmente já existem vários construtores de veículos com representação em Portugal, com homologações aprovadas para veículos eléctricos, tendo sido já matriculados cerca de 130 [1], no ano de 2012. Simultaneamente foi desenvolvido o modelo e sistema de carregamento para VEs (Rede MOBI.E) à escala nacional, estando envolvidos 25 municípios e as principais auto-estradas.

Com este trabalho pretende-se estudar um tema actual que poderá alterar os hábitos dos cidadãos, a forma de se movimentarem e principalmente criar-se-á um ambiente urbano mais agradável e com menos poluição. Neste momento ainda há muito a fazer, pelo que será importante divulgar as vantagens que a Mobilidade Eléctrica (ME) pode proporcionar aos seus utentes, as suas limitações, abordando também temas que têm sido pouco falados e que podem contribuir para a afirmação desta tecnologia no mercado automóvel nacional, apesar das dificuldades financeiras que os portugueses atravessam.

Dos temas a abordar destacam-se: O custo dos veículos, os gastos por quilómetro percorrido, as baterias, sua durabilidade e custo, o tipo de carregamento e o tempo que demoram a efectuar o mesmo, as infra-estruturas de carga existentes, os carregamentos em garagens colectivas e particulares, o abate dos veículos quando atingirem o fim de vida útil, a segurança e comportamento em caso de acidente e a conversão de veículos convencionais em veículos eléctricos.

1.2 Contribuição

Na elaboração deste trabalho pretende-se realizar uma retrospectiva à Mobilidade Eléctrica e analisar a evolução da sua implementação em Portugal. Verificando-se que já existem vários trabalhos sobre esta área, no entanto, estão direccionados para questões muito específicas. Pretendo que este trabalho não seja apenas mais um sobre Mobilidade Eléctrica, mas sim, um guia orientador que aborda as vantagens e problemáticas deste novo paradigma de mobilidade, de forma desmistificar conceitos e permitir que surjam novas ideias inovadoras que permitam encontrar soluções.

Nos objectivos deste estudo também se enquadra o impacto que esta nova tecnologia e forma de mobilidade podem proporcionar no panorama dos transportes em Portugal, principalmente em meio urbano, bem como as vantagens ambientais que podem advir do sucesso desta estratégia.

As necessidades adicionais de energia eléctrica para manter em funcionamento os postos de abastecimento previstos, poderão ser satisfeitas de uma forma racional e eficiente aproveitando as energias renováveis e podendo mesmo utilizar as baterias dos VEs para armazenar a energia produzida. No desenvolvimento de alguns programas que permitem um uso de energia eléctrica de uma forma mais eficiente e auto-sustentável noutros sectores, libertará capacidade ao Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para poder satisfazer as necessidades a médio prazo dos pontos de carregamento, na eventualidade dos VEs se massificarem.

A segurança rodoviária e as consequências resultantes de acidentes rodoviários com VEs também merecem ser consideradas, uma vez que os veículos em causa são equipados com tecnologia diferente, menos volumosa, mais leve e consequentemente com comportamentos diferentes.

Sendo o Município de Vila Real um dos 25 que subscreveram o acordo de cooperação com o governo para a elaboração de um plano municipal para a mobilidade eléctrica até ao final de 2010, pretende-se estudar e analisar o grau de implementação da rede de carregamentos, a sua funcionalidade e operacionalidade, tendo sempre em linha de conta as necessidades do utilizador.

1.3 Estrutura da Dissertação

A dissertação é estruturada em 6 capítulos e 6 anexos. O presente capítulo é o primeiro e serve de introdução ao tema, sendo descrito o contexto, o título, a motivação, a contribuição e por último a definição dos objectivos.

No capítulo 2, faz-se uma abordagem à legislação Europeia e Portuguesa, analisando a sua evolução nos últimos anos de maneira a compreender as estratégias delineadas em várias matérias e que criaram as condições que permitiram a aposta e o desenvolvimento da Mobilidade Eléctrica como medida importante para a sustentabilidade energética, ambiental e económica, contribuindo significativamente para o cumprimento de acordos internacionais assumidos pelo país.

Também se analisa a problemática da normalização de alguns componentes e os requisitos a cumprir de forma a permitir um uso fácil e universal dos equipamentos dos VEs. Constatando-se que ainda existem falta de normas nacionais sobre o sector, encontrando-se em fase de estudo e transposição para a legislação portuguesa, no entanto, existe já o Regulamento Europeu que serve de guia para os passos a adoptar no âmbito dos VEs.

No capítulo 3, pretende-se descrever as vantagens e desvantagens que a utilização de VEs pode proporcionar, a sua evolução histórica, a sua constituição, quais os vários tipos de VEs e vantagens inerentes à sua utilização.

No capítulo 4, o objectivo é descrever a Rede de Carregamento Mobi.e e a sua filosofia, as várias formas de carregamento de VEs e as tipologias que se podem utilizar, de forma a potenciar e facilitar o uso do VEs.

No capítulo 5, apresenta-se o estudo de caso, onde se analisa em contexto real a implementação da rede de carregamento numa das cidades aderentes ao projecto Mobi.e, mais concretamente Vila Real, o Plano Municipal para a Mobilidade Eléctrica e a adesão que os utentes mostram à rede de carregamento pública e a necessidade de rever algumas estratégias inicialmente pensadas. Também se procedeu a realização de dois inquéritos, a potenciais utilizadores de VEs e a utilizadores, de forma a avaliar o conhecimento que os mesmos têm dos veículos em causa

Por fim, no capítulo 6 apresentam-se as conclusões do trabalho e as perspectivas de trabalho futuro.

2. Mobilidade Eléctrica – Perspectiva na UE e em Portugal

A União Europeia (UE), em 2001, iniciou uma mudança na sua política de transportes de forma a reequilibrar a distribuição modal com o objectivo de resolver o problema do congestionamento, melhorar a segurança e a qualidade dos serviços e ao mesmo tempo garantir aos cidadãos o direito à mobilidade. Esta iniciativa resultou na criação do Livro Branco 2001 sobre os transportes, retratando a situação de uma forma realista e contribuindo para a utilização de sistemas de transportes menos poluentes e mais sustentáveis e que ao mesmo tempo respondessem às necessidades da sociedade europeia a nível económico, social e ambiental.

O sector dos transportes na UE representa cerca de 7 % do PIB e cerca de 5% do emprego, sendo portanto um sector relevante e importante para o funcionamento da economia europeia. Sendo a livre circulação de pessoas e bens um direito fundamental dos cidadãos, a mobilidade dos mesmos é uma componente determinante e essencial para a competitividade das empresas europeias e para os serviços, existindo a necessidade de garantir sistemas de transportes eficientes e eficazes que permitam [3]:

- ✓ *Oferecer um nível elevado de mobilidade para as pessoas e empresas em toda a UE*;
- ✓ *Proteger o ambiente, garantir a segurança energética, promover normas mínimas de trabalho para o sector e proteger os passageiros e cidadãos;*
- ✓ *Inovar com vista a apoiar os primeiros dois objectivos de mobilidade e protecção, aumentando e eficiência e a sustentabilidade do sector dos transportes em crescimento;*
- ✓ *Estabelecer contactos a nível internacional, projectando as políticas da UE a fim de reforçar a mobilidade sustentável, a protecção e a inovação, através da participação em organizações internacionais.*

O Livro Branco para o sector dos transportes, foi revisto em 2006, verificando-se que este sector sofreu uma grande evolução, tornando-se um sector de alta tecnologia, como tal, as políticas de transportes da UE tiveram que evoluir, redefinindo objectivos e apontando metas mais ambiciosas, nomeadamente no cumprimento dos compromissos ambientais internacionais, desde as emissões de CO2, à qualidade do ar, à poluição sonora e à utilização dos solos. A política de transportes também passou a contribuir para o alcance dos objectivos da política energética europeia em matéria de aprovisionamento e sustentabilidade, pois os transportes representavam cerca de 30% do consumo total de energia na UE, sendo esta

dependente em 98% do petróleo, pelo que o aumento do preço do mesmo influencia significativamente o sector e a economia europeia.

No seguimento desta lógica, a UE desenvolveu, em 2006, uma política energética a nível europeu como resposta aos imensos desafios que as necessidades energéticas colocavam, desde o aprovisionamento, efeitos sobre o crescimento e o ambiente. Para responder a esta necessidade criou o Livro Verde [4] onde definiu uma estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura.

O Livro Verde identifica seis domínios prioritários para responder a estes desafios. No âmbito deste trabalho será abordado apenas um, que consiste na abordagem integrada para combater as alterações climáticas.

Para este domínio, o Livro Verde, propõe a luta contra as alterações climáticas incentivando o desenvolvimento de tecnologias que assegurem uma energia mais limpa e sustentável e ao mesmo tempo promovam o desenvolvimento económico, sem que para isso se aumente o consumo de energia eléctrica. Este domínio subdivide-se em três vectores, dos quais, dois são muito importantes na abordagem e enquadramento do tema deste trabalho, nomeadamente, "*fazer mais com menos: liderar a eficiência energética*" e "*aumentar a utilização de fontes de energia renováveis*" [4].

Os investimentos nesta área têm por fim reduzir o desperdício de energia, poupando dinheiro e aumentando a qualidade de vida, promovendo uma utilização mais racional e económica da energia. A aposta nas energias renováveis tem como objectivo a diminuição da dependência energética da União Europeia em relação ao exterior, a sua diminuição da dependência do petróleo e consequentemente a melhoria da qualidade do ar com a diminuição de emissões de CO2.

A sustentabilidade é um dos três grandes objectivos da política energética europeia, e para se atingir serão necessários os seguintes esforços:

- ✓ Desenvolver fontes de energia renováveis competitivas e outras fontes de energia e vectores com baixa produção de carbono, nomeadamente combustíveis alternativos para os transportes;
- ✓ Reduzir a procura de energia eléctrica na Europa;
- ✓ Liderar os esforços globais para travar as alterações climáticas e melhorar a qualidade do Ar.

2.1 Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC)

O PNAC foi adoptado em Portugal em 2004 [5] na sequência da aprovação por Portugal do Protocolo de Quioto, tornando efectivo o combate às alterações climáticas através do estabelecimento de compromissos quantificados de limitação ou redução dos principais Gases do Efeito de Estufa (GEE) (CO2 – Dióxido de carbono, N2O – Óxido Nitroso, CH4 – Metano, CFCs – Clorofluorcarbonetos, HFCs – Hidrofluorcarbonetos, PFCs – Perfluorcarbonetos e SF6 – Hexaflureto de enxofre). Este programa estabeleceu as medidas consideradas adequadas para que Portugal atingisse as metas que lhe foram fixadas no âmbito do Protocolo de Quioto e do Acordo de partilha de responsabilidade da União Europeia, prevendo-se que o conjunto de medidas definidas permita a redução de 7,6 Mt a 8,8 Mt (Milhões de toneladas) de CO2 no período 2008-2012, relativamente a 2004.

O Programa teve que ser revisto em 2006 [6], por se terem verificado um conjunto de factos relevantes e circunstâncias que alteraram significativamente o cenário considerado em 2004, tendo também sido criadas as condições para a preparação do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão e a ampliação para os anos horizonte 2010 e 2020. Na Figura 2.1 apresenta-se a análise ao compromisso de cumprimento do Protocolo de Qioto.

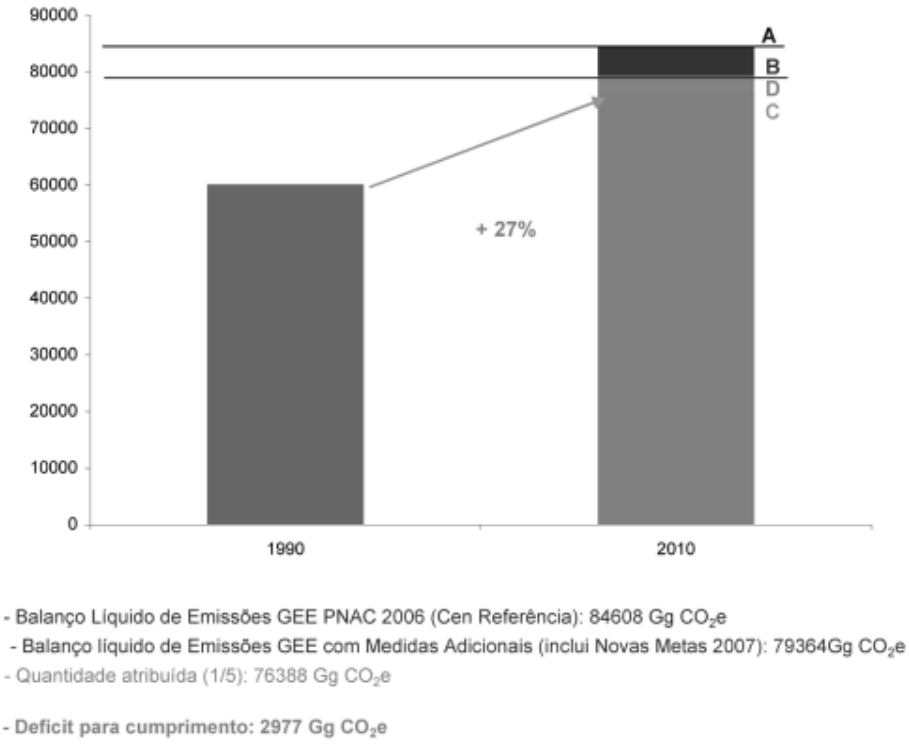


Figura 2.1 — Análise do compromisso de cumprimento do Protocolo de Quioto, no ano médio 2010, com a integração da eficácia ambiental esperada com as novas metas 2007 [6]

Nas medidas estabelecidas também se integra o sector dos transportes, uma vez que é responsável por uma parte considerável das emissões de GEE e contribui com cerca de 40% do esforço de redução associada ao total das medidas adicionais. No entanto, apenas será considerado o modo rodoviário, pois integra a área que se desenvolve neste trabalho. Das medidas adoptadas realçam-se as seguintes:

- ✓ *Acordo voluntário com associações de fabricantes de automóveis (ACEA, JAMA, KAMA), tendo como meta a redução do factor de emissão dos veículos novos para 120 gCO2e/vkm;*
- ✓ *Ampliação da frota de veículos a Gás Natural na Carris, com a substituição de 50 veículos a diesel;*
- ✓ *Ampliação da frota de veículos a Gás Natural na STCP, com a substituição de 270 veículos a diesel;*
- ✓ *Programa de incentivo ao abate de veículos em fim de vida, com o abate de 4200 veículos com mais de 10 anos, anualmente, a partir de 2005;*
- ✓ *Redução das velocidades praticadas em auto-estrada, com a redução de velocidade média de circulação para 118 km/h;*

Com estas medidas pretendem inverter-se as projecções apresentadas nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3, relativas ao consumo energético, às emissões de GEE e de CO2 nos transportes em Portugal.

	1990	2000	2005	2010	2020 Cenário Baixo	2020 Cenário Alto
Total	3077	6000	6364	6921	7891	8113
Rodoviário (Passageiros)	1804	3553	3739	4092	4532	4611
Transportes individuais	1676	3351	3539	3888	4324	4403
Transportes colectivos	128	202	200	204	208	208
Rodoviário (mercadorias)	1273	2447	2624	2829	3359	3502
Pesados (>3,5 t.)	549	1443	1569	1692	1996	6064
Ligeiros (<3,5 t.)	724	1004	1055	1136	1363	1439

Tabela 2.1 – Resumo das projecções de consumo energético nos transportes [6]

	1990	2000	2005	2010	2020 Cen. Baixo	2020 Cen. Alto
Total	9462	18683	19856	20397	23311	23943
Rodoviário (Passageiros)	5523	11109	11732	12144	13513	13738
Transportes individuais	5130	10490	11115	11548	12904	13129
Transportes colectivos	393	619	617	596	609	609
Rodoviário (mercadorias)	3939	7574	8124	8253	9798	10205
Pesados (>3,5 t.)	1695	4460	4850	4929	5812	6004
Ligeiros (<3,5 t.)	2244	3114	3274	3324	3986	4201

Tabela 2.2 – Resumo das projecções de emissões de GEE nos transportes [6]

	1990	2000	2005	2010	2020 Cen. Baixo	2020 Cen. Alto
Total	9247	18058	19178	19678	22465	23099
Rodoviário (Passageiros)	5388	10640	11223	11597	12871	13097
Transportes individuais	5000	10028	10614	11009	12270	12495
Transportes colectivos	388	612	609	588	601	602
Rodoviário (mercadorias)	3859	7418	7955	8081	9594	10002
Pesados (>3,5 t.)	1663	4376	4758	4835	5701	5894
Ligeiros (<3,5 t.)	2196	3042	3197	3246	3893	4108

Tabela 2.3 – Resumo das projecções de emissões de CO2 nos transportes [6]

Com a evolução tecnológica dos últimos anos e com a aposta no desenvolvimento do carro eléctrico, constatando-se que apresentam emissões zero, podem contribuir decisivamente e em função da sua aceitação para que os países, incluindo Portugal, possam atingir as metas definidas para 2020, pelo PNAC.

2.2 Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE)

O PNAEE aprovado em 2008 [7] teve como objectivo definir um conjunto alargado de programas e medidas que permitam a Portugal, num horizonte temporal até 2015, atingir em pelo menos 1% de poupança de energia, dando comprimento à Directiva n.º 2006/32/CE, e no seguimento da Estratégia Nacional para a Energia [8] (Figura 2.2).

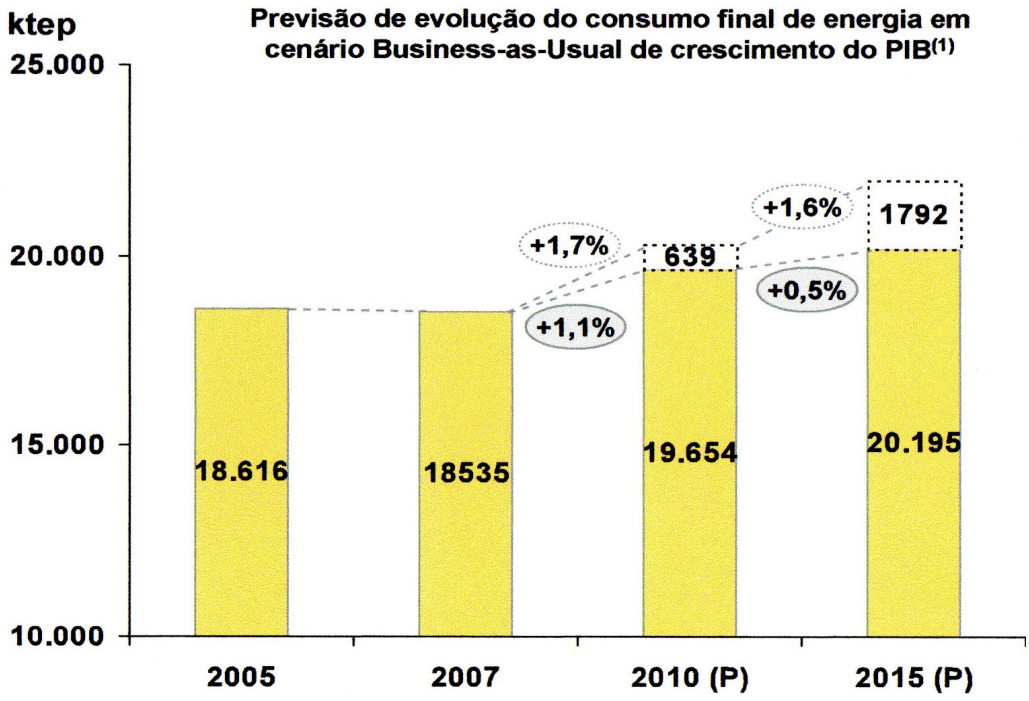


Figura 2.2 — A implementação do plano permite reduzir em 1% o crescimento da factura energética

Ktep – Tonelada equivalente de petróleo

(1) Cenário central de crescimento do PIB

Fonte: Balanços Energéticos (DGEG); Análise ADENE/DGEG

O PNAEE abrange quatro áreas específicas, nomeadamente, Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado. Estas áreas estão correlacionadas com três áreas transversais de actuação, nomeadamente, Comportamentos, Fiscalidade, Incentivos e Financiamentos. No desenvolvimento deste trabalho explorar-se-á essencialmente a área dos transportes e os seus programas de forma a enquadrar a Mobilidade Eléctrica como um contributo importante para atingir as metas definidas, apesar do tema ter sido introduzido somente em 2009 [9] [10].

Na área dos transportes, foram desenvolvidos três programas específicos de melhoria da eficiência energética (Figura 2.3), designadamente:

- ✓ *Programa Renove carro;*
- ✓ *Programa Mobilidade Urbana;*
- ✓ *Sistema de Eficiência Energética nos Transportes.*

Estes programas têm como metas reduzir em 20% o parque de veículos ligeiros com mais de 10 anos, reduzir em mais de 20% as emissões médias de CO2 dos veículos novos vendidos anualmente, a criação de plataforma inovadora de gestão de tráfego com rotas optimizadas por GPS, e ainda a criação de planos de mobilidade urbana, entre outros.

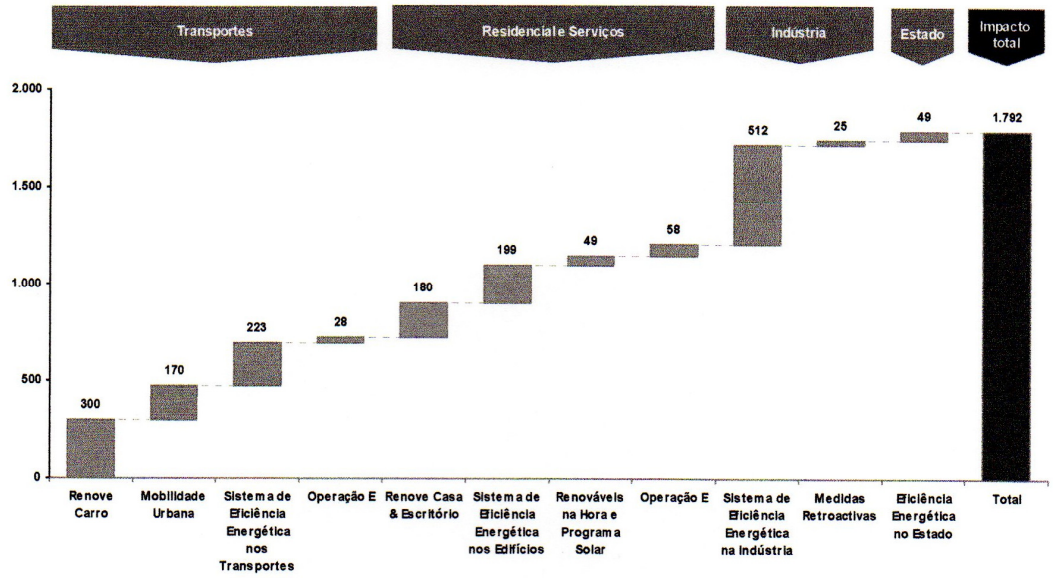


Figura 2.3 — Programas de melhoria da eficiência energética [7]

Na área da fiscalidade, com o Programa da Fiscalidade Verde, também foram desenvolvidas medidas com o intuito de promover a eficiência energética. Dirigido para o ramo automóvel foi apresentado um novo regime de tributação automóvel [11] e o regime de amortizações aceleradas para equipamentos e viaturas eficientes.

Na continuidade desta estratégia e com o desenvolvimento tecnológico dos veículos eléctricos, o Governo Português pretendeu posicionar o país como pioneiro na adopção de novos modelos para a mobilidade e ambientalmente sustentáveis, tendo criado condições para a massificação do veículo eléctrico, tendo para tal criado o Programa para a Mobilidade Eléctrica em Portugal e regulamentando a sua implementação [9] [10].

Este programa enquadra-se nos objectivos do País para a redução da dependência energética, do combate às alterações climáticas, ao promover a substituição do uso dos combustíveis fósseis e da redução das emissões de gases no sector dos transportes, contribuindo para o comprimento das metas do PANEE [7]. O desenvolvimento da mobilidade eléctrica também permite o desenvolvimento tecnológico de outras áreas, particularmente a rede eléctrica, sendo necessária a sua transição para uma rede inteligente de forma a permitir a sua interacção com os veículos eléctricos permitindo não só o seu carregamento, mas também a compra por parte da rede eléctrica da electricidade armazenada nas baterias dos veículos.

Estando comprovado que o veículo eléctrico, do ponto de vista energético é mais eficiente que os veículos convencionais, incluindo os híbridos, foram estabelecidos os objectivos estratégicos para o Programa da Mobilidade Eléctrica, nomeadamente:

1) *A implementação do Programa para a Mobilidade Eléctrica deve acelerar o processo de adopção de veículos eléctricos e permitir a gradual conversão do parque automóvel;*
2) *O Programa para a Mobilidade Eléctrica deve incentivar a criação de condições atractivas ao investimento, em Portugal, de actividades de produção e desenvolvimento de produtos relacionados com a Mobilidade Eléctrica, promovendo tecnologias e inovações portuguesas;*
3) *O Programa para a Mobilidade Eléctrica deve assegurar a contribuição para o cumprimento dos objectivos do Protocolo de Quioto, ao fomentar a utilização de energias renováveis na mobilidade.*

O desenvolvimento do modelo mobilidade eléctrica visa possibilitar a utilização dos veículos eléctricos em grande escala e por qualquer cidadão ou entidade em todo o País.

2.3 Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020)

Dando continuidade às políticas anteriormente descritas, o Governo Português, em 2010, estabeleceu uma nova Estratégia Nacional para a Energia com o horizonte 2020 (ENE 2020) [12], criando condições para a aprovação do Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER) [13] e para a revisão do PNAEE [14].

A ENE 2020 define o modelo energético do País com a aposta nas energias renováveis e na promoção integrada de eficiência energética, assegurando a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e ambiental, contribuindo para a redução das emissões de CO2. Dos objectivos desta estratégia destacam-se os seguintes:

1) *Reduzir a dependência energética do país face ao exterior para 74% em 2020, produzindo, através de recursos próprios, o equivalente a 60 milhões de barris anuais de petróleo;*
2) *Garantir o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal perante a União Europeia de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020 60% da electricidade produzida e 31% do consumo de energia final tenham origem em fontes renováveis;*

3) *Reduzir em 25 % o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas gerando uma redução das importações na ordem dos 2000 milhões de euros;*
4) *Consolidar o cluster energético no sector das energias renováveis;*
5) *Promover o desenvolvimento sustentável criando condições para o cumprimento das metas de redução de emissões.*

A ENE 2020 apresenta um conjunto de medidas focadas em prioridades que assentam em 5 eixos principais.

O primeiro eixo consiste na Agenda para a Competitividade, o Crescimento e a Independência Energética e Financeira. Dos sectores associados à energia, será focada a atenção no sector dos transportes. Este sector representa cerca de 40% do consumo final de energia, absorvendo cerca de metade do crude importado, sendo fundamental a introdução de VEs para a redução dessa dependência externa. A aposta nos VEs, tem como meta, em 2020, substituir 10% dos combustíveis consumidos no sector dos transportes rodoviários por electricidade, maioritariamente de origem renovável, o que significa uma redução das importações de petróleo em cerca de 5 milhões de barris, criando uma rede de carregamento de VEs e um mecanismo que permita devolver à rede a energia acumulada nas baterias durante o período de carregamento nocturno.

O segundo eixo consiste na Aposta nas Energias Renováveis, verificando-se que Portugal já é uma referência mundial nesta área devido aos investimentos efectuados nos últimos anos. Pretende-se até 2020, aumentar a capacidade energética instalada no País em cerca de 11000 MW, com base nas energias renováveis, nomeadamente a energia hídrica, eólica, solar, biomassa, biogás e resíduos, biocombustíveis, geotermia, energia das ondas e hidrogénio, aumentando o peso das Fontes de Energia Renováveis para 31% do total da potência instalada, conforme o esquematizado na Figura 2.4.

O terceiro eixo assenta na Promoção da Eficiência Energética. Com o choque petrolífero de 2008 e consequente subida dos preços dos combustíveis fósseis para valores impensáveis, situação que se repete actualmente, evidenciou-se a necessidade de tornar o consumo energético do país mais racional e eficiente, principalmente nos sectores que dependem directamente do consumo de derivados de petróleo.

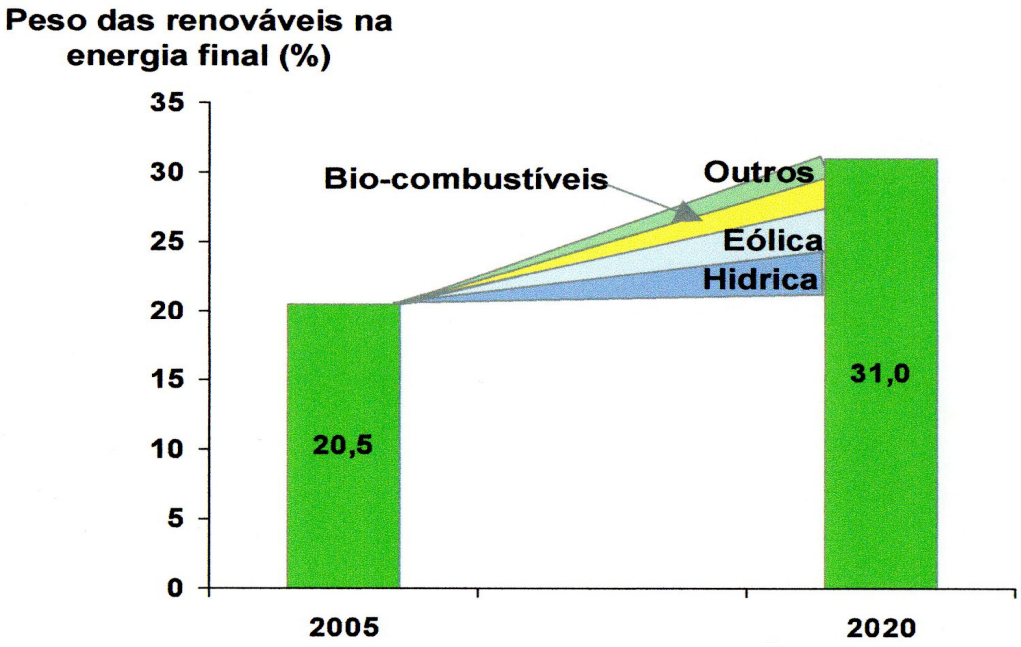


Figura 2.4 — Meta de 31% de Renováveis na energia final em 2020 [12]

Uma das apostas para combater esta dependência é o VE, pois para além dos seus motores eléctricos serem mais eficientes que os motores de combustão interna, não dependem directamente do consumo de petróleo. A eficiência dos motores eléctricos comparativamente com os motores de combustão interna, articulada com a transferência de 10% do consumo final de energia dos transportes rodoviários de combustíveis fósseis para electricidade permitirá reduzir o consumo final de energia em cerca de 2%.

O programa MOBI.E de promoção dos VEs criou uma rede à escala nacional, centrada no utilizador, acessível em todo o país e compatível com todas as marcas de veículos, o que torna o VE uma alternativa de transporte rodoviário. A aposta na mobilidade eléctrica provoca outros impactos positivos, promovendo o desenvolvimento de alta tecnologia da área da engenharia, produção de baterias, componentes e integração de veículos e também infra-estruturas energéticas. A criação de redes eléctricas inteligentes que permitem aos utilizadores serem simultaneamente consumidores e produtores de energia, uma vez que as baterias dos VEs poderão funcionar para o armazenamento da energia renovável produzida durante a noite, posteriormente, esta poderá ser injectada na rede nas alturas de maior consumo e que o VE não necessite da mesma.

O quarto eixo consiste na Garantia da Segurança de Abastecimento, pois é um dos pilares de qualquer estratégia energética e essencial para o desenvolvimento económico. A

diversificação das fontes de energia e das suas origens é a melhor forma de assegurar elevados padrões de segurança e a redução da dependência externa. O aumento da potência eólica e a implementação do Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico, permitirá aumentar os níveis de reserva de curto prazo e possibilitar uma gestão integrada entre os vários sistemas de produção.

O quinto eixo baseia-se na Sustentabilidade da Estratégia Energética. A aposta nas energias renováveis, para além de permitirem a produção de energia independentemente do consumo de combustíveis fósseis, o que é muito positivo em termos ambientais, permite a criação de riqueza e emprego directo e indirecto associado ao desenvolvimento deste nicho de mercado.

O sucesso desta estratégia, até 2020, permitirá a descarbonificação da economia portuguesa e uma redução adicional de cerca de 10 milhões de toneladas de CO2, permitindo a Portugal cumprir os objectivos acordados com a União Europeia.

2.4 Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER)

O PNAER [13] define os objectivos que Portugal deve cumprir no horizonte de 2020, relativos à quota de energia consumida proveniente de fontes de energia renováveis nos sectores dos transportes, da electricidade, do aquecimento e do arrefecimento. Também descreve as respectivas medidas e acções sectoriais para atingir os objectivos globais nacionais de forma a cumprir o determinado pela Directiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, cumprindo as outras políticas relacionadas com a eficiência energética no consumo de energia. Portugal, com este plano e com a ENE2020 [12] passa a ter dois documentos que definem a sua estratégia energética, conferindo às energias renováveis um papel determinante e com um impacto relevante na economia portuguesa. Na Figura 2.5, apresenta-se a evolução da contribuição das Fontes de Energia Renováveis (FER) prevista até 2020.

Sabendo-se que Portugal não dispõe de recursos fósseis disponíveis, o papel a desempenhar pelas energias renováveis de forma a reduzir a sua factura energética com o exterior é importantíssimo, uma vez que promove a diversificação das fontes de energia o que contribui para aumentar a sustentabilidade associada à produção, transporte e consumo. As FER representam mais de 40% da electricidade produzida em Portugal e mais de 20% do consumo final de energia é proveniente das FER (Figura 2.6).

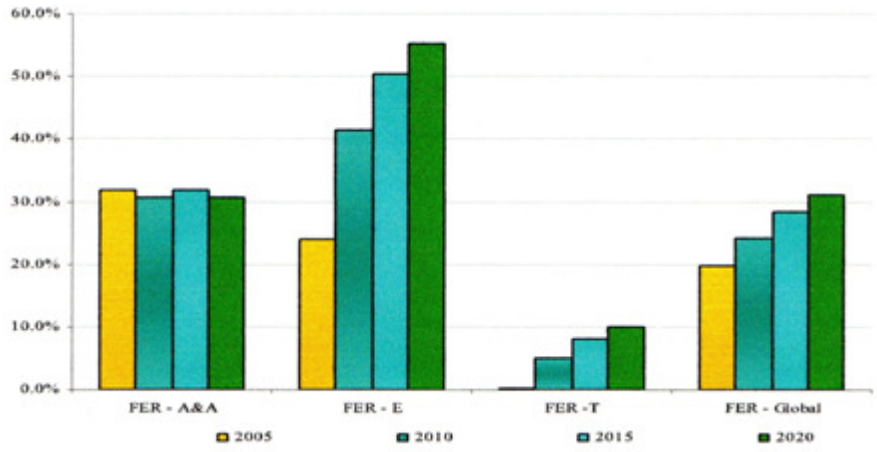


Figura 2.5 — Evolução da estimativa da energia proveniente da FER, por sectores [13]

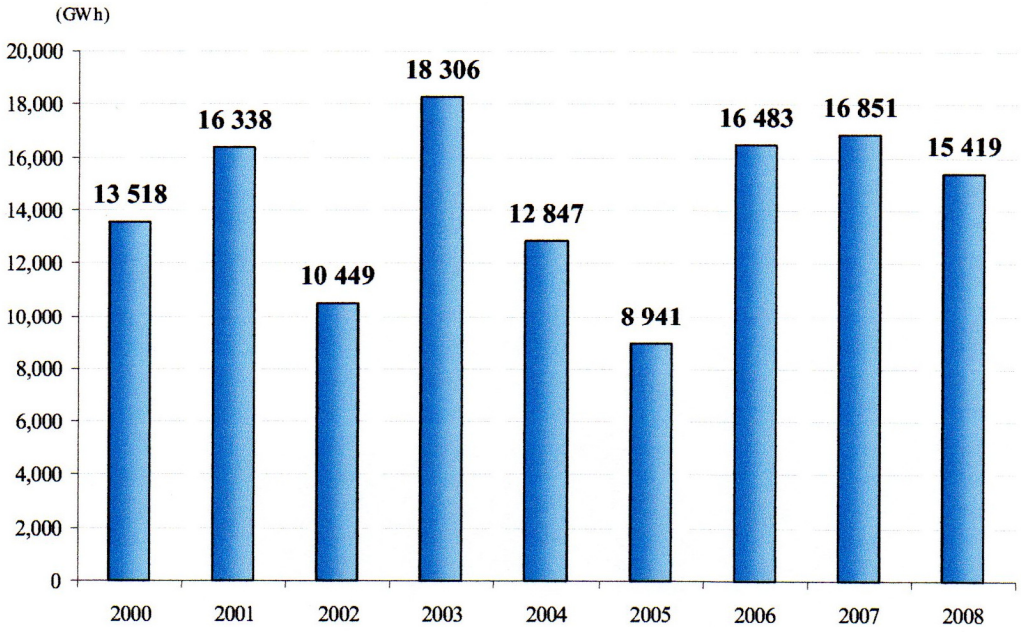


Figura 2.6 — Histórico da evolução da produção de energia eléctrica a partir de FER [13]

A política energética nacional, para além dos objectivos principais definidos na ENE 2020, também estabelece através do PNAER um conjunto de medidas específicas de apoio ao desenvolvimento das FER, sendo que, uma delas é de extrema importância para a criação e desenvolvimento da ME. As medidas são:

1) *Criar, até 2012, um fundo de equilíbrio tarifário que contribua para minimizar as variações das tarifas de electricidade, beneficiando os consumidores e criando um*

quadro de sustentabilidade económica que suporte o crescimento a longo prazo da utilização das energias renováveis.

2) *Desenvolver, durante 2010, no âmbito da aplicação do quadro de referência estratégico nacional e dos outros instrumentos de apoio ao desenvolvimento económico, linhas de apoio para o investimento no domínio das energias renováveis, designadamente no apoio ao solar térmico, visando também o incremento das exportações nesses domínios.*
3) *Actualizar o Programa de microprodução, estabelecendo metas mais ambiciosas e introduzir um Programa de miniprodução destinado a projectos com potências até 150 kW ou 250 kW em função das tecnologias.*
4) *Aprovar medidas de promoção da produção de biomassa florestal, para assegurar as necessidades de consumo já instaladas e a instalar, através do acesso a apoios públicos, da promoção da certificação da gestão florestal sustentável, avaliação e promoção das culturas energéticas, bem como da biomassa residual resultante das actividades agrícolas e agro-industriais.*
5) *Criar, até ao final de 2010, um sistema de planeamento e monitorização permanente da procura e da oferta potencial de energia de forma a optimizar a gestão integrada dos recursos disponíveis, melhorando a segurança do abastecimento de energia e promovendo uma utilização mais eficiente e integrando as diferentes energias renováveis.*
6) *Concretizar o Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH), os novos empreendimentos hídricos em curso e os reforços de potência previstos, permitindo aproveitar melhor o potencial hídrico e facilitar o crescimento da energia eólica, pela introdução de um elemento estabilizador na forma de capacidade reversível nos investimentos previstos.*
7) *Criar condições para a introdução e massificação da utilização do veículo eléctrico a nível nacional, potenciador do consumo das energias renováveis produzidas, posicionando ainda Portugal como país de referência ao nível do teste, desenvolvimento e produção de soluções de mobilidade eléctrica*

Este plano é determinante para o desenvolvimento da ME (Tabela 2.4) e a introdução e utilização em larga escala de VEs, pois pretende-se posicionar Portugal como país de referência nesta área a nível do teste, desenvolvimento e produção de soluções de ME com o

objectivo principal de substituir cerca de 10% dos combustíveis consumidos no sector dos transportes rodoviários por electricidade produzida preferencialmente por FER. Nas Figuras 2.7 e 2.8 apresenta-se a estimativa de evolução da potência instalada para 2010 e 2020. Também faz parte das medidas deste plano, a criação da rede MOBI.E, de forma a criar uma alternativa ao sistema de transportes rodoviários convencionais. A rede piloto engloba a criação de pontos de carregamento em 25 Municípios e 50 postos de carregamento rápido e de 1300 de carregamento lento.

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
FER-T (%)	0,19%	5,0%	5,1%	5,3%	5,7%	5,9%	8,0%	8,2%	9,0%	9,3%	9,7%	10,0%
Quota G. de FER (%)	19,8%	24,1%	25,2%	26,9%	27,1%	27,4%	28,4%	28,9%	29,7%	30,6%	30,8%	31,0%

Tabela 2.4 – Objectivo nacional para 2020 e estimativa da trajectória da energia proveniente de FER no sector dos transportes e global [13]

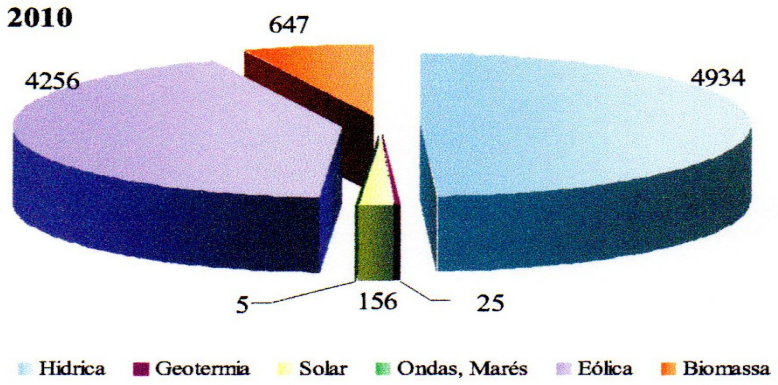


Figura 2.7 — Estimativa da evolução da potência instalada (MW) nas diferentes tecnologias FER em 2010 [13]

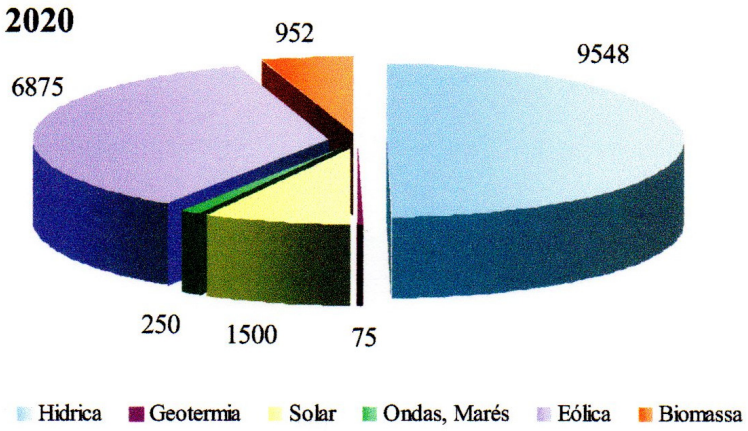


Figura 2.8 — Estimativa da evolução da potência instalada (MW) nas diferentes tecnologias FER em 2020 [13]

2.5 Plano de Melhoria da Qualidade do AR (PPar)

A Directiva 96/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho definiu as linhas de orientação da política europeia de avaliação e gestão do ar ambiente. Portugal transpôs esta legislação, e em consequência destas políticas também foi necessária a alteração da regulamentação da Lei de Bases do Ambiente [17]. Posteriormente foi criado o Plano de Melhoria da Qualidade do AR da Região de Lisboa e Vale do Tejo [18] e o Plano de Melhoria da Qualidade do AR da Região Norte [19], como resposta às obrigações decorrentes desta matéria, uma vez que os estudos realizados provaram que nestas áreas se registavam níveis dos poluentes partículas PM10 e outros, superiores aos valores limite acrescidos da margem de tolerância. Nas Figuras 2.9 e 2.10 Apresentam-se as respectivas redes de monitorização dos planos referidos.

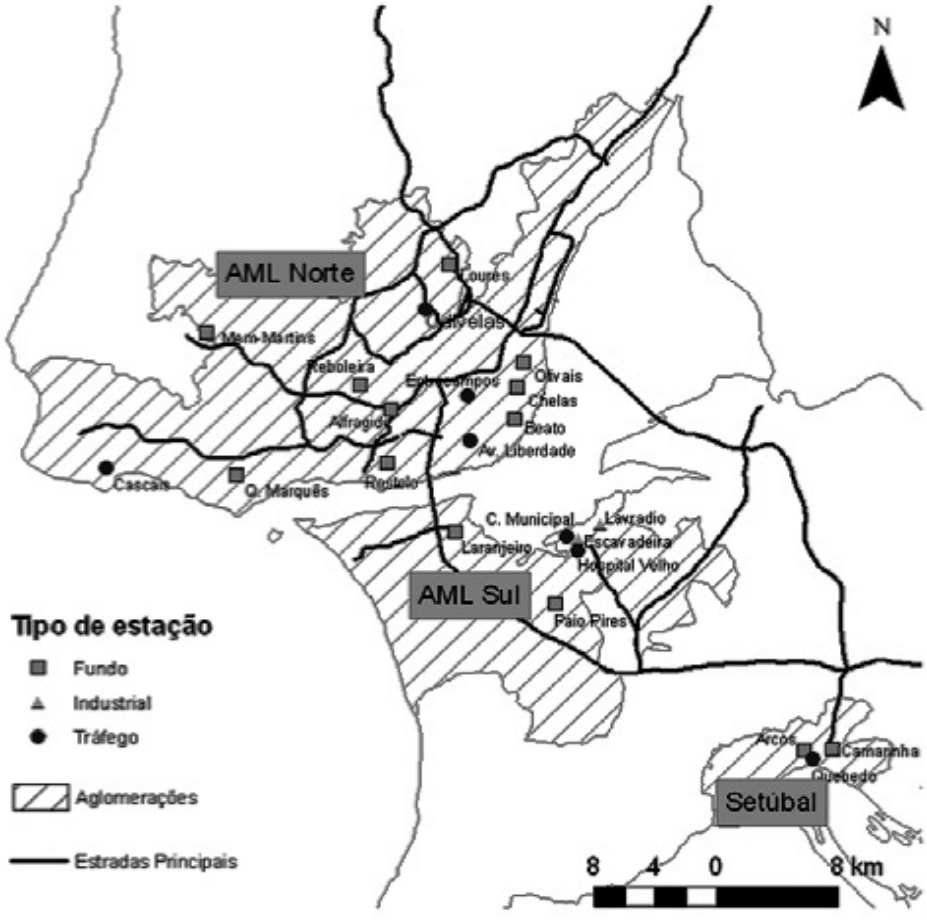


Figura 2.9 — Rede de monitorização da qualidade do ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo [18]

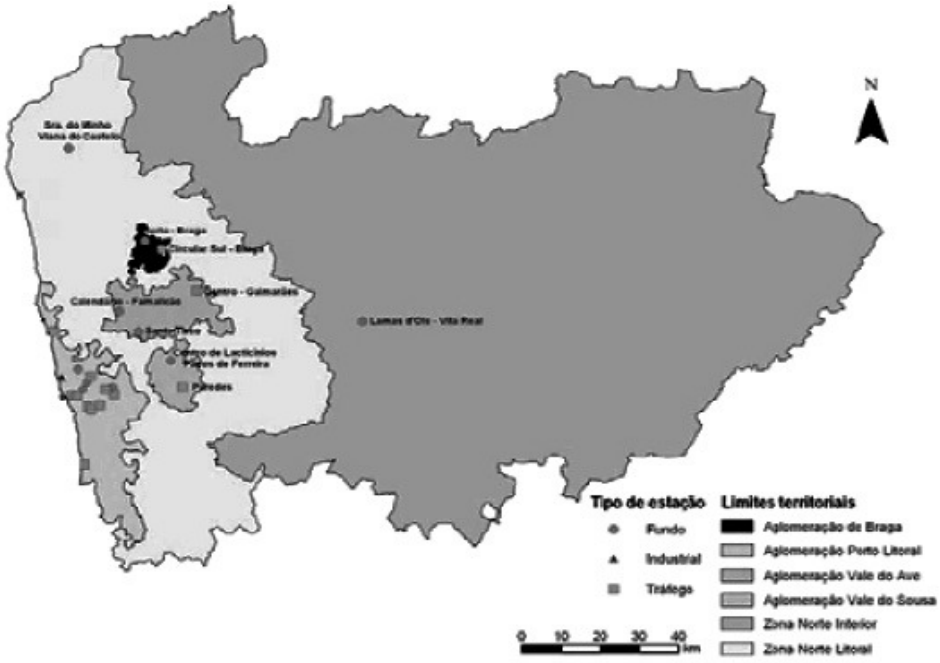


Figura 2.10 — Rede de monitorização da qualidade do ar na Região Norte [19]

A Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho veio reconhecer a necessidade de reduzir a poluição atmosférica para níveis que não ponham em causa a saúde humana, no âmbito da Estratégia Temática sobre poluição atmosférica da UE. Para atingir este objectivo fundamental, é urgente combater as emissões de poluentes na origem, para tal, é necessário identificar e desenvolver medidas que contribuam decisivamente para a redução das emissões poluentes a nível local, nacional e comunitário.

Em 2010, Portugal estabeleceu o regime de avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente [20], transpondo Directiva 2008/50/CE e Directiva 2004/107/CE, esta relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos no ar ambiente, fixando também os objectivos para a qualidade do ar ambiente, respeitando as normas, orientações e programas da Organização Mundial de Saúde, destinados a evitar, prevenir ou reduzir emissões de poluentes atmosféricos.

Das medidas de redução consideradas para atingir o objectivo fundamental destacam-se as seguintes:

a) Redução das emissões de fontes fixas, assegurando que as fontes estacionárias de combustão (incluindo de biomassa) de pequena e média dimensão são munidas de equipamentos de controlo das emissões ou são substituídas;

b) Redução das emissões de veículos mediante a instalação de equipamentos de controlo das emissões. Deve considerar -se o recurso a incentivos económicos para acelerar a instalação desses equipamentos;

c) Aquisição pelas autoridades públicas, em conformidade com o *handbook on environmental public procurement* e com a Directiva n.º 2009/33/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril, de veículos rodoviários, combustíveis e equipamentos de combustão para a redução das emissões, designadamente:

- ✓ Veículos novos, nomeadamente veículos com baixos níveis de emissão;
- ✓ Serviços de transporte utilizando veículos menos poluentes;
- ✓ Fontes de combustão fixas com baixos níveis de emissão;
- ✓ Combustíveis com baixos níveis de emissão para fontes fixas e móveis;

d) Medidas destinadas a limitarem a poluição dos transportes através de medidas de planeamento e gestão do tráfego (tais como tarifação do congestionamento, tarifas de estacionamento diferenciadas e outros incentivos económicos; estabelecimento de «zonas de emissões reduzidas»);

e) Medidas de incentivo à transição para modos de transporte menos poluentes;

f) Medidas que promovam a utilização de combustíveis com baixos níveis de emissão em fontes fixas de pequena, média e grande dimensão, bem como em fontes móveis;

g) Medidas de redução da poluição atmosférica através do sistema de licenças estabelecido pelo Decreto – Lei n.º 173/2008 de 26 de Agosto, através do Plano Nacional de Redução de Emissões, estabelecido no âmbito do Decreto -Lei n.º 178/2003 de 5 de Agosto, e recorrendo a instrumentos económicos tais como impostos, taxas ou a transacção de licenças de emissão.

Constatando-se que o sector dos transportes é responsável por uma parte significativa de emissões de alguns poluentes, existe a possibilidade de num futuro próximo substituir uma parte considerável dos veículos convencionais por veículos eléctricos que apresentam emissões zero (CO2), sendo mais amigos do ambiente, contribuindo assim para o cumprimento do objectivo fundamental do Ppar.

2.6 Plano de Acção para a Mobilidade Urbana (PAMU)

A Comissão Europeia publicou em Setembro de 2009, a COM (2009) 490, dando continuidade ao Livro Verde – Por uma nova cultura da mobilidade urbana. O Plano de Acção para a Mobilidade Urbana [21] [22] tem como objectivo incentivar e ajudar as autoridades locais, regionais e nacionais a desenvolver sistemas eficientes de transportes que lhes proporcionem uma mobilidade urbana mais sustentável, apoiando a economia e o bem-estar das populações. Sabendo-se que cerca de 85% do PIB da UE é gerado nas zonas urbanas, estas estão confrontadas com o repto de assegurar a sustentabilidade dos transportes em termos ambientais (CO2, poluição atmosférica, ruído) e congestionamento, sem esquecer a dimensão social.

O PAMU propõe, centrado em 6 temas principais, um conjunto de 20 acções práticas a implementar de 2010 a 2012. Estas acções complementam-se e abordam de uma forma integrada as questões específicas relativas à mobilidade urbana e concentram esforços na integração dos diferentes modos no desenvolvimento das novas tecnologias.

Os temas desenvolvidos no PAMU são:

1) Promover políticas integradas – Planos de mobilidade urbana e transportes em prol de ambientes urbanos sustentáveis;
2) Acção centrada nos cidadãos – Direito dos passageiros, acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida, informação sobre viagens, acesso a zonas verdes e a introdução da eco-condução no ensino da condução;
3) Tornar os transportes mais ecológicos – Promoção de veículos com emissões mais baixas ou nulas e financiamento de novos projectos relacionados com veículos eléctricos;
4) Financiamento do sistema de transportes – Optimizar as fontes de financiamento existentes e analisar necessidades futuras;
5) Partilhar fontes de conhecimento – Modernizar a recolha de dados estatísticos e criar um observatório da mobilidade urbana;
6) Optimizar a mobilidade urbana – A integração, a interoperabilidade e a interligação eficaz entre diferentes redes de transportes de forma a criar um sistema de transportes mais eficiente. O transporte urbano de mercadorias e o desenvolvimento de sistemas de transportes inteligentes são essenciais nesta área.

O futuro sustentável para os transportes passa pela concentração de esforços no sentido a responder adequadamente aos desafios que o sector enfrentará nos próximos anos, desde o envelhecimento da população europeia, à migração e mobilidade interna, aos desafios ambientais, à escassez e preço de combustíveis fósseis e até à própria urbanização.

Para o cumprimento deste plano, os veículos eléctricos poderão desempenhar um papel muito importante, não só no transporte colectivo de passageiros, autocarros e táxis, mas também no transporte de mercadorias, como veremos mais adiante, pois uma grande parte destes transportes implicam percursos curtos em ambiente urbano, o que levará várias empresas a optar por VEs.

2.7 Mobilidade Eléctrica – O Regime jurídico

Os planos e programas apresentados nos pontos anteriores constituem os documentos de referências internacionais e nacionais com influência na Mobilidade Eléctrica. Em 2009, o Governo Português criou o Programa para a Mobilidade Eléctrica [9] e o seu enquadramento legal e regulamentar através do seu Regime Jurídico [16] de forma a garantir uma adequada e plena execução do programa.

A aposta na Mobilidade Eléctrica para além dos objectivos energéticos e ambientais já referidos nos pontos anteriores, também apresenta objectivos de carácter socio-económicos que visam a redução da factura de mobilidade das famílias e empresas que optem por esta solução alternativa de mobilidade.

O regime jurídico visa três objectivos centrais:

- ✓ Incentivar a aquisição e utilização de veículos eléctricos – sendo atribuído o subsídio de 5000€, à aquisição, por particulares, de veículos eléctricos, podendo atingir os 6500€, no caso de haver abate de veículo automóvel de combustão interna, que cumpra as condições previstas no regime de abate de veículos;
- ✓ Garantir o carregamento de baterias de veículos eléctricos que se realiza através de uma rede de carregamento integrada, de forma cómoda e eficaz – É estabelecido o enquadramento legal para o desenvolvimento e criação de uma rede nacional de pontos de carregamento, que já se encontram disponíveis pelo país, acessíveis a todos os utilizadores, necessitando apenas de um cartão de carregamento. Também

se facilita a criação de pontos próprios de carregamento a serem instalados em residências e edifícios;

- ✓ Consagrar um regime de universalidade e equidade no acesso aos serviços de mobilidade eléctrica – Assegurando a todos os utilizadores o acesso aos diferentes comercializadores da Mobilidade Eléctrica, com os quais contratam directamente o fornecimento de energia eléctrica para o carregamento das baterias do veículo eléctrico, em toda a rede integrada de pontos de carregamento e a existência de condições técnicas de interoperabilidade entre a rede e as diversas marcas e sistemas de carregamento.

A mobilidade eléctrica tem as seguintes actividades principais:

- ✓ A comercialização de electricidade para a mobilidade eléctrica;
- ✓ A operação de pontos de carregamento da rede de mobilidade eléctrica;
- ✓ A gestão das operações da rede de mobilidade eléctrica.

No diploma em causa também está previsto controlo de destruição dos veículos eléctricos de acordo com regime jurídico de abate de veículos em fim de vida.

2.7.1 Regulamento de Homologações

A homologação de veículos e dos seus componentes é obrigatória e imposta pelo Código da Estrada, artigo 114º e 115º, para poderem ser matriculados e admitidos à circulação rodoviária. A UE através da sua Directiva n.º 98/14/CE, da Comissão, de 6 de Fevereiro e da Directiva n.º 98/91/CE, do Parlamento e do Conselho, de 14 de Dezembro, relativas à homologação CE de veículos a motor e seus reboques, dando continuidade á política de aproximação e harmonização da legislação comunitária relativa a esta área. Portugal transpôs estas Directivas para o direito interno, criando o Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas [24], de veículos de categoria M1.

Desde a sua primeira publicação, este regulamento sofreu várias alterações, algumas consideráveis. Aliando a isso a necessidade de alinhar e uniformizar as regras aplicáveis nos vários Estados-Membros, tendo em vista o cumprimento de objectivos comuns que passam por assegurar um elevado nível de segurança rodoviária, de protecção da saúde e do ambiente, de eficiência energética e de protecção contra a

utilização não autorizada, a UE, publicou a Directiva n.º 2007/46/CE, em que as regras se passaram a aplicar a todas as categorias de veículos, permitindo aos fabricantes de usufruírem das vantagens inerentes à homologação Europeia.

No seguimento desta política, Portugal criou um novo Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis e Reboques, seus Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas [25], revogando o anterior e transpondo também a Directiva n.º 2009/1/CE, da Comissão de 7 de Janeiro, referente à reutilização, reciclagem e valorização dos componentes dos veículos.

Em Portugal a homologação e matrícula de veículos é da competência do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. (IMTT), estando a atribuição de matrícula condicionada à sua homologação. O processo de homologação certifica que um modelo de veículo está conforme as exigências administrativas relevantes e com os requisitos técnicos relativos à segurança activa e passiva, à protecção do meio ambiente, ao desempenho e outros aspectos [26].

Os VEs também têm que passar por este processo de homologação de forma a assegurar que os veículos colocados no mercado cumprem os requisitos comuns. No entanto, a UE ainda não definiu os requisitos exigíveis para o sistema de alimentação dos VEs, pelo que a Comissão Europeia decidiu adoptar o Regulamento n.º100 da CEE-ONU (UNECE). Por ser aceite internacionalmente, define as exigências técnicas específicas relativas ao grupo de tracção eléctrica dos veículos rodoviários das categorias M e N, com velocidade de projecto superior a 25 km/h, que estejam equipados com um ou mais motores eléctricos, que não estão permanentemente ligados à rede e dos seus componentes e sistemas de alta tensão galvanicamente ligados ao barramento de alta tensão de tracção eléctrica. No entanto, este regulamento não abrange os requisitos de segurança pós-colisão aplicáveis aos veículos rodoviários.

2.7.2 Normas e Normalização

A Mobilidade Eléctrica tem vindo a desenvolver-se de uma forma célere nos últimos anos, tendo ganho uma importância considerável no cumprimento de vários objectivos estratégicos de UE, pelo que a sustentabilidade deste progresso tecnológico passa pela normalização, pois facilita o comércio e a transferência de tecnologia, permite preços mais baixos para melhor desempenho e aumento de eficiência do produto, fazendo

com que os consumidores tenham maior confiança nos produtos. A Comissão Europeia promove o desenvolvimento de normas europeias (EN), pois são um meio eficaz de fomentar a competitividade das empresas, contribuindo para a protecção da saúde, da segurança dos cidadãos europeus e para a defesa do meio ambiente.

A Associação Portuguesa de Veículo Eléctrico (APVE) [27] é o organismo reconhecido pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) como Organismo de Normalização Sectorial (ONS) no domínio de veículo eléctrico rodoviário.

A APVE possui duas Comissões Técnicas (CT), nomeadamente:

- ✓ CT 146 – Veículos Rodoviários Tracção Eléctrica;
- ✓ CTE 69 – Sistemas Eléctricos para Veículos Eléctricos Rodoviários.

A CT 146 prepara as normas relacionadas com a construção, segurança e desempenho dos veículos de tracção eléctrica, abrangendo VEs puros e híbridos. Esta CT acompanha as actividades de normalização no âmbito CEN / TC 301 – *Electrically propelled road vehicles* no âmbito do ISO/TC22/SC21, tendo elaborado a versão portuguesa das seguintes normas:

Norma	Descrição
NP EN 1821-1	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Medição da aptidão para a operação rodoviária – Parte 1: Veículos eléctricos puros;
NP EN 1821-2	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Medição da aptidão para a operação rodoviária – Parte 1: Veículos híbridos eléctricos térmicos;
NP EN 1986-1	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Medição do desempenho energético – Parte 1: Veículos eléctricos puros;
NP EN 1987-1	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Medição da aptidão para a operação rodoviária – Parte 1: Veículos eléctricos puros;
NP EN 1987-2	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – prescrições específicas para a segurança – Parte 2: Medidas de segurança funcional e protecção contra avarias;
NP EN 1987-3	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Prescrições específicas para a segurança – Parte 3: Protecção dos ocupantes contra perigos eléctricos;
NP EN 13444	Veículos Rodoviários de Propulsão Eléctrica – "Medição das emissões de veículos híbridos": Parte 1: Veículos eléctricos híbridos com motor térmico;
NP EN 1986-2	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Medição do desempenho energético: Parte 2: Veículos híbridos eléctricos com motor térmico;
NP EN 13447	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Terminologia;
NP EN 12736	Veículos rodoviários com propulsão eléctrica – Ruído acústico do veículo com carga a bordo durante a recarga – determinação do nível sonoro;
CR 1955	Propostas para sistemas de travagem de veículos eléctricos;

Tabela 2.5 — CT 146

A CTE 69 tem como objectivo a preparação de normas relacionadas com os sistemas eléctricos concebidos para veículos rodoviários, com propulsão eléctrica total ou parcial, dando especial atenção aos sistemas de recarga e equipamentos auxiliares de ligação entre o veículo e os equipamentos exteriores, segurança eléctrica, e anomalias eléctricas. Esta CT recentemente criada ainda não apresentou a versão portuguesa das EN da sua área de intervenção, no entanto, está incumbida de traduzir as seguintes normas:

Norma	Descrição
EN 61851-1:2001	*Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements.*
EN 61851-21:2002	*Electric vehicle conductive charging system - Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an a.c/d.c. supply.*
EN 61851-22:2002	*Electric vehicle conductive charging system - Part 22: AC electric vehicle charging station.*
ENV 50275-1:1998	*Conductive charging for electric vehicles - Part 1: General considerations.*
ENV 50275-2-1:1998	*Conductive charging for electric vehicles - Part 2-1: Connection of an electric vehicle to an a.c./d.c. supply.*
ENV 50275-2-2:1998	*Conductive charging of electric vehicles - Part 2-2: A.C. charging station.*
ENV 50275-2-3:1998	*Conductive charging for electric vehicles - Part 2-3: D.C. charging station.*
ENV 50275-2-4:1998	*Conductive charging for electric vehicles - Part 2-4: Communication protocol between offboard charger and electric vehicle.*

Tabela 2.6 — CTE 69

A IEC 61851 define a interface entre o VE e os seus pontos de carregamento, mas actualmente encontra-se em revisão, por se tornar necessário efectuar melhorias e definir novos componentes, nomeadamente:

- ✓ As especificações do que é carregamento lento (correntes e tensões máximas e mínimas, cabos, protecções, etc.) Figuras 2.11 e 2.12;
- ✓ O conector físico para a ligação do VE ao ponto de carregamento em modo de carregamento lento;
- ✓ As especificações do que é carregamento rápido (correntes e tensões máximas e mínimas, cabos, protecções, etc.);
- ✓ O conector físico para a ligação do VE ao ponto de carregamento em modo de carregamento rápido (podendo ser diferente do conector de carregamento lento);
- ✓ O procedimento de comunicações entre um VE e o equipamento carregador.

Figura 2.11 — Conector Tipo 2 "*Mennekes*"

Figura 2.12 — Conector utilizado no *Tesla Roadster* [33]

A normalização destes elementos é de extrema importância, pois permitirá que qualquer VE percorra todo o país ou vários países, qualquer que seja o seu fabricante, utilizando sempre o mesmo equipamento de carregamento, evitando o que acontece actualmente em que os fabricantes adaptaram equipamentos diferentes e variam também de país para país, criando uma situação bastante desagradável, pois cada VE tem que transportar e/ou ter disponível vários equipamentos de carregamento.

2.7.3 Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE)

No cumprimento das determinações dos artigos 24.º e 54.º do regime jurídico da ME, a ERSE [28] aprovou o Regulamento da Mobilidade Eléctrica [29] estabelecendo as regras para a regulação das actividades de mobilidade eléctrica, abrangendo as seguintes áreas:

a) Identificação dos Sujeitos intervenientes na Rede de Mobilidade Eléctrica;

b) Identificação da actividade regulada do Gestor de Operações da Rede de Mobilidade Eléctrica;
c) Processo de determinação dos proveitos da actividade regulada;
d) Definição da estrutura tarifária;
e) Definição da metodologia de cálculo da tarifa regulada;
f) Princípios de gestão da informação da Rede de Mobilidade Eléctrica;
g) Tratamento das perdas e consumos próprios dos pontos de carregamento;
h) Princípios da qualidade de serviço no relacionamento comercial da Rede de Mobilidade Eléctrica.

No âmbito deste Regulamento são abrangidos: o gestor de operações da Rede de Mobilidade Eléctrica, os comercializadores de energia eléctrica para a ME, os operadores dos pontos de carregamento e os utilizadores de VEs.

Assim toda a actividade relacionada com VEs e com a ME fica regulamentada, garantido a qualidade e a segurança necessária para o seu desenvolvimento e aplicação em larga escala.

2.8 Plano Estratégico de Transportes (PET)

O PET [23] descreve um conjunto de opções para proceder a reformas estruturais na área dos transportes e infra-estruturas, actuando em várias linhas de forma a desenvolver um sistema mais eficiente e eficaz, pois as empresas públicas de transportes apresentam dívidas acumuladas de algumas centenas de milhões de euros. No entanto, os transportes públicos são importantíssimos para o desenvolvimento económico, para a melhoria das condições de vida das populações e para a coesão social e territorial.

Este Plano assenta em três vectores prioritários:

1. *Cumprir os compromissos externos assumidos por Portugal e tornar o sector financeiramente equilibrado e comportável para os contribuintes portugueses;*
2. *Assegurar a mobilidade e acessibilidade a pessoas e bens, de forma eficiente, adequada às necessidades, promovendo a coesão social;*
3. *Alavancar a competitividade e o desenvolvimento da economia nacional.*

A opção por veículos eléctricos no sector dos transportes, como veremos nos capítulos seguintes, deverá ser apoiada, desenvolvida e concretizada uma vez que se revelam mais eficientes do ponto de vista energético e ambiental e enquadram-se nas linhas de acção para a

implementação do PET, proporcionando uma melhor integração de Portugal nas cadeias europeias e mundiais de transportes. Melhoram a articulação entre os centros urbanos e entre os mesmos e a sua periferia. A mobilidade urbana também deve ser alinhada e melhorada, compatibilizando-a com a melhoria da qualidade de vida nas cidades, com mais segurança e sobretudo mais sustentável.

2.9 Eixos de actuação

Este conjunto de documentos desenvolvidos na última década, desde planos, programas, projectos e outros, relacionam-se de alguma maneira, tentando alinhar e desenvolver as políticas europeias e dos Estados-Membros com o intuito das populações poderem desfrutar de uma melhor qualidade de vida, mais sustentável e eficiente, centradas essencialmente no ordenamento do território, de acessibilidades, transportes e mobilidade. Apesar da crise económico-financeira que atinge o mundo e das dificuldades que alguns países atravessam, incluindo Portugal, estes eixos de actuação são fundamentais para garantir um futuro mais sustentável.

3. VEÍCULOS ELÉCTRICOS

A Mobilidade Eléctrica (ME) tem vindo a impor-se gradualmente verificando-se que vários factores têm contribuído para tal, desde o elevado preço dos combustíveis fósseis, às preocupações ambientais, cada vez mais importantes, e ao avanço tecnológico que se tem verificado nos últimos tempos nesta área, também facilitados pela implementação dos planos e programas anteriormente referidos.

Actualmente, os VEs já ultrapassaram a fase de protótipo, verificando-se que vários construtores já os produzem em série e apostam claramente neste segmento para os próximos tempos, apesar de algumas resistências que ainda se verificam por parte de alguns sectores ligados ao mercado petrolífero.

A evolução tecnológica que se tem verificado ao nível das baterias, que já apresentam tempos de carga mais baixos, com maior autonomia, mais potência e principalmente a preços cada vez mais competitivos, o VE é cada vez mais uma solução de mobilidade confiável, viável e a considerar em função das várias vantagens que apresenta, nomeadamente [27] [30] [31]:

- ✓ Zero Emissões, pois o VE no seu funcionamento não emite gases poluentes, nem GEE e não emite ruídos;
- ✓ O motor eléctrico apresenta uma maior eficiência, utilizando cerca de 0,1 a 0,23 kWh por quilómetro, verificando-se que um veículo a gasolina apresenta um consumo médio de potência de cerca de 0,98 kWh por quilómetro;
- ✓ Silencioso, principalmente a baixas velocidades, constatando-se que o VE não possui os sistemas responsáveis pela emissão de ruído, como o sistema de escape, peças móveis no motor, não se dá a combustão pelo que a sua deslocação é silenciosa oferecendo uma nova experiência de condução, sem embraiagem, nem caixa de velocidades manual. O binário dos motores eléctricos pode ser constante independentemente da rotação o que pode proporcionar performances consideráveis;
- ✓ Os VEs também apresentam custos de utilização bastante mais baixos que um veículo convencional, uma vez que o custo da energia eléctrica dispendida por um VE para o carregamento das baterias é cerca de um terço do combustível utilizado por veículos com motores de combustão interna para percorrer a mesma distância e nas mesmas condições de utilização. Como mais-valia, ainda podemos acrescentar

que os VEs têm menos custos de manutenção, pois não precisam de mudanças de óleo nem outras manutenções, uma vez que nos motores eléctricos há menos peças móveis;

- ✓ Os VEs podem utilizar a travagem regenerativa. Esta consiste em usar o motor eléctrico como gerador durante o processo de travagem, servindo a energia produzida para recarregar as baterias;
- ✓ O estado Português isenta os VEs de Imposto Sobre Veículos e Imposto Único de Circulação (IUC). Também atribui um subsídio no valor de 5.000€ a particulares que adquiram um VE novo e outro de 1.500€ acumulável com o primeiro para quem mandar para abate um veículo com motor de combustão interna [11] [32].

Sendo um facto que os VEs apresentam várias vantagens comparativamente aos veículos com motor de combustão interna, também apresentam algumas desvantagens, estando estas a ser combatidas e atenuadas pelo desenvolvimento tecnológico que se tem verificado nos últimos tempos. As desvantagens que os VEs ainda apresentam são:

- ✓ A autonomia que as baterias apresentam e o seu peso, pois estes dois elementos variam proporcionalmente, isto é, para termos maior autonomia temos que aumentar o número de baterias e consequentemente o peso do veículo podendo este valor atingir um valor considerável como no caso do *Tesla Roadster* [33] que atinge os 450 quilogramas. O funcionamento das baterias também é afectado quando funcionam a baixas temperaturas, perdendo eficiência e têm um limite de tempo de vida em função dos ciclos de carga e descarga a que são sujeitas, o que constitui uma desvantagem tendo em conta o seu preço.
- ✓ A autonomia está relacionada com o tamanho, o tipo de baterias utilizadas e com o número de módulos instalados. No entanto, só será desvantagem se a distância a percorrer ultrapassar algumas centenas de quilómetros, em que a autonomia de um veículo com motor de combustão interna é maior. Nos últimos tempos tem-se verificado um desenvolvimento considerável neste domínio como falaremos mais adiante.
- ✓ As baterias podem ser recarregadas de vários modos. Quando se opta por um carregamento lento, o mais aconselhável, pode demorar 6 a 8 horas. No entanto, também está disponível um modo de carregamento rápido (ver ponto 4.2), em

pontos de carregamento específicos, onde é possível atingir cerca de 80 % da carga em cerca de 15 a 20 minutos, sendo o carregamento feito em Corrente Contínua.

- ✓ O custo de aquisição de um VE ainda é ligeiramente superior à de um veículo com motor de combustão interna. Este facto deve-se ao elevado preço dos módulos de baterias necessários, sendo que o preço deste componente representa cerca de um terço do valor final do VE. Quando for possível produzir baterias a um preço mais aceitável e com maior autonomia, os VEs serão verdadeiramente uma alternativa. Nesse momento os construtores estão a desenvolver modelos de comercialização em que seja possível ao utente comprar um VE sem que tenha que adquirir as baterias podendo proceder ao seu aluguer.

A oferta neste segmento de mercado tem vindo a apresentar um desenvolvimento apreciável, uma vez que já se encontram disponíveis VEs de várias categorias, desde ligeiros de passageiros, a mercadorias, a pesados de passageiros e veículos de 2 e 3 rodas, respondendo assim às necessidades dos utilizadores, principalmente em circuitos urbanos ou de curta distância.

3.1 Evolução histórica do VE

Com o aparecimento da indústria automóvel, no século XIX, começaram a ser desenvolvidos vários tipos de veículos, entre os quais os eléctricos [34]. O primeiro VE surgiu em 1891, nos Estados Unidos da América (EUA), na oficina de Wiliam Morrison e em 1897 existia uma frota de táxis eléctricos em Nova Iorque.

Figura 3.1 – O Primeiro VE [34]

Nas primeiras décadas do século XX, os veículos a vapor, a gasolina e eléctricos tinham uma procura semelhante sendo o seu desempenho também idêntico. No entanto, nessa altura a rede viária desenvolveu-se e as pessoas passaram a deslocar-se mais e a percorrer distâncias maiores. Nesta altura deram-se outros acontecimentos que tiveram uma importância fulcral na consolidação da indústria automóvel que foi a descoberta de petróleo nos EUA e portanto a disponibilidade de gasolina. O seu preço e o início da produção em série do Ford T, com motor a gasolina desequilibrou a procura favoravelmente para este tipo de veículos. Esta situação permitiu que os preços dos veículos com motor a gasolina descessem para metade, ganhando assim uma vantagem competitiva sobre o veículo eléctrico e o veículo a vapor que veio a demonstrar-se ser determinante para opção seguida pela indústria automóvel. Esta situação originou que o desenvolvimento dos VEs estivesse parada até à década de 60 do século XX. No entanto, só na década seguinte com o início das preocupações com as emissões de gases e com as alterações climatéricas aliadas à crise petrolífera, com o aumento considerável do preço dos combustíveis, os VEs tiveram novo impulso, tendo existido apoios do Congresso dos EUA para o desenvolvimento de VEs e híbridos, mas os construtores não mostraram interesse até 1988, altura em que a *General Motors* (*GM*) apostou no sector dos VEs para comercialização e uso particular.

Em meados da década de 90 (1996) surgiu então o *EV1* [35], veículo puramente eléctrico, lançado apenas nos Estados da Califórnia e do Arizona. A única forma de aquisição deste VE no mercado consumidor foi através de *leasing*, limitado a um prazo de três anos ou a 30.000 milhas (48.000 km).

O *EV1* era um veículo de dois lugares que possuía uma autonomia para 225 km, com uma carga completa de uma noite, Figura 3.2. Tinha a particularidade de possuir um coeficiente de resistência aerodinâmico de 0,19 quando num veículo convencional anda pelos 0,30. Esta característica permitia-lhe melhor eficiência energética em circulação a uma determinada velocidade. Em termos de aceleração já apresentava um bom desempenho indo de 0 a 100 km/h em 9 segundos e já apresentava as mesmas comodidades que os veículos convencionais. Relativamente às baterias, inicialmente eram de chumbo-ácido de 12 volts e para armazenar potência suficiente eram necessárias 26 baterias, estando aqui o grande problema, pois o conjunto pesava mais de 500 quilos. Em 1999, os *EV1* começaram a ser equipados com baterias de NiMH (Níquel-hidreto metálico) que armazenavam muito mais potência, o que permitia ao veículo uma maior autonomia e mais potência disponível.

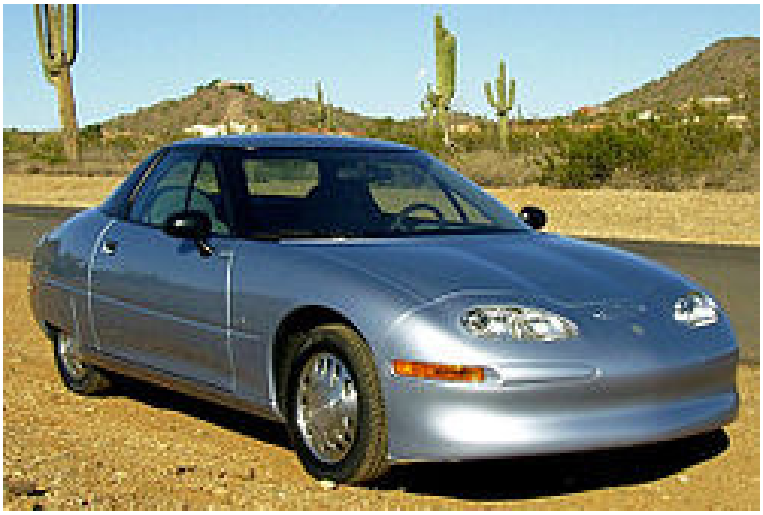


Figura 3.2 – *EV1* da *General Motors* [35]

As baterias de NiMH apresentavam características idênticas às de Chumbo-ácido em termos de peso e tempo de carga, com a agravante de serem muito mais caras e o seu funcionamento ser afectado a baixas temperaturas. Também possuíam um sistema de refrigeração para evitar problemas de aquecimento. Actualmente com o desenvolvimento das baterias de Li-ion (Iões de Lítio) já se pode ter a máxima potência em baterias muito mais leves, com maior capacidade, permitindo maior autonomia, com menor tempo de carga e mais baratas, o que torna o VE muito mais competitivo.

A *Toyota* também produziu uma versão eléctrica do seu jipe *RAV4* [36], tendo sido testado no Japão e comercializado na Califórnia de 1997 a 2003. Inicialmente este modelo também foi disponibilizado aos clientes através de *leasing*, no entanto a partir de 2002 foram vendidos aos seus utilizadores existindo ainda alguns em circulação.

Figura 3.3 – *Toyota RAV4 EV* [36]

Este VE atinge velocidade de 130 km/h e apresenta autonomia que varia entre 130 e 190 km, estando equipado com baterias de NiMH como os *EV1*.

Quanto aos utilizadores do *EV1*, mostraram satisfação com o seu desempenho e quando o leasing terminou, em 2003 e 2004, uma grande parte pretendeu adquiri-lo definitivamente. No entanto, a *GM* não o permitiu, tendo procedido à recolha de todos os veículos, cerca de 5.000, ainda em bom estado e procedeu à sua destruição, Figura 3.4.

Figura 3.4 – *EV1* destruídos [35]

Esta decisão da GM gerou grande contestação por parte dos utilizadores do *EV1*, pois não foi devidamente fundamentada nem racional, tendo-se tratado de uma imposição legal por parte de uma empresa petrolífera.

O desenvolvimento do potencial do NiMH na construção de baterias foi da responsabilidade da empresa *Ovonics*, detentora da patente. No entanto, os maiores construtores de veículos dos EUA não estavam interessados na promoção dos veículos eléctricos e em 1994 a GM, demonstrando vontade de continuar com o desenvolvimento do projecto deste tipo de baterias para equipar o *EV1*, conseguiu adquirir uma participação na *Ovanics* que lhe permitiu o controlo da tecnologia associada ao NiMH, tendo dado por encerrado o projecto do *EV1* em 2004, alegando que não era financeiramente viável.

A empresa petrolífera *Texaco* em 2001, comprou parte da participação da *GM* na *Ovanics*, tendo a própria *Texaco* sido adquirida pela petrolífera *Chevron*. Esta desencadeou uma acção judicial contra a *Toyota* e outras empresas, alegando violação de patente, tendo

conseguido assim restringir o uso das baterias de NiMH de grande formato necessárias para equipar os VEs.

Em 2003, a *Chevron Texaco* foi reestruturada tendo sido criada a *Cobasys*, que ficou com a responsabilidade pela tecnologia das Baterias de NiMH. No entanto, a *Chevron* ficou com poder de veto sobre qualquer venda ou licenciamento do uso da tecnologia do NiMH. Esta situação tem desencadeado várias "lutas" judiciais. Com o intuito de resolver esta situação, o que ainda não foi possível, a 31 de Dezembro de 2013, terminam os direitos sobre esta tecnologia por parte da *Cobasys*.

Em 2007, a *GM* apresentou o *Chevrolet Volt,* Figura 3.5, como sucessor do *EV1* e o *Opel Ampera*, Figura 3.6, para o mercado europeu [37] [38].

Figura 3.5 – *Chevrolet Volt* [37]

Figura 3.6 – *Opel Ampera* [38]

Estes dois modelos foram melhorados ao longo dos anos, e em 2012 foram considerados "Carro do Ano 2012". São os primeiros VEs que podem ser utilizados sem qualquer tipo de limitações relativamente aos veículos convencionais. Estão equipados com um motor eléctrico de 111 kW (150cv) e são alimentados por uma bateria de Iões de Lítio com 16 kWh de capacidade. Apresenta uma autonomia que varia entre os 40 e os 80 km. No entanto, estão equipados com um modo de extensão de autonomia que através da activação de um motor térmico a gasolina é accionado um gerador que produz electricidade a bordo para alimentar a unidade eléctrica de tracção. A tracção das rodas é sempre assegurada pelo motor eléctrico. Este sistema permite autonomias superiores a 500 km.

Actualmente a maior parte dos construtores de veículos já desenvolveram VEs e já os disponibilizam ao mercado, pelo que estamos a assistir a afirmação dos VEs nos mercados dos transportes e estes ganharão uma relevância significativa nos próximos anos.

Existem quatro tipos de VEs já disponíveis, podendo o utilizador escolher o que mais lhe convier em função das suas necessidades. Os tipos são [27] [31]:

- ✓ Veículos Eléctricos a bateria (VE);
- ✓ Veículos Eléctricos Híbridos (VEH);
- ✓ Veículos a Pilha de Combustível (VPC);
- ✓ Veículos Eléctricos Alimentação Directa (VEAD)

3.1.1 Veículos Eléctricos a bateria (VE)

O que caracteriza os VEs e os distingue dos veículos convencionais é o seu sistema de propulsão eléctrico. Este sistema é constituído por quatro componentes fundamentais que são o motor eléctrico, o controlador do motor, o carregador de baterias e as baterias [39] [40].

Na sequência desta realidade, os construtores destes veículos desenvolveram soluções tecnicamente evoluídas e inovadoras, utilizando e reorganizando os componentes fundamentais dos VEs, com o intuito de apresentarem veículos tecnicamente fiáveis e competitivos comparativamente com os veículos convencionais, satisfazendo as variadas necessidades de utilização, desde ligeiros de passageiros, a ligeiros de mercadorias, a pesados de passageiros, a veículos de 2 e 3 rodas, passando pelos veículos com uma utilização específica.

Os VEs puramente eléctricos podem apresentar várias configurações. A utilização das várias arquitecturas existentes varia com o fabricante, pelo que se apresentaram genericamente [39] [40].

A configuração mais simples de um VE é apresentada na Figura 3.7 e consiste num conjunto de baterias que alimenta um conversor electrónico que acciona o motor eléctrico. Este motor fornecerá a potência necessária às rodas, sendo necessário um sistema de engrenagens e uma embraiagem diferencial.

A embraiagem diferencial pode ser eliminada, sendo implementada electronicamente, tornando-se para tal necessário uma nova configuração, que implica a instalação de dois conversores e dois motores independentes. O sistema electrónico de embraiagem diferencial ajustará as velocidades levemente distintas de cada um dos motores e consequentemente das rodas. Esta arquitectura encontra-se exemplificada na Figura 3.8.

A configuração mais inovadora consiste em incorporar os motores eléctricos de pequena dimensão directamente nas rodas. Esta arquitectura pode ser aplicada às quatro rodas e permite desenvolver veículos com características especiais em função do espaço disponível, exemplifica-se na Figura 3.9.

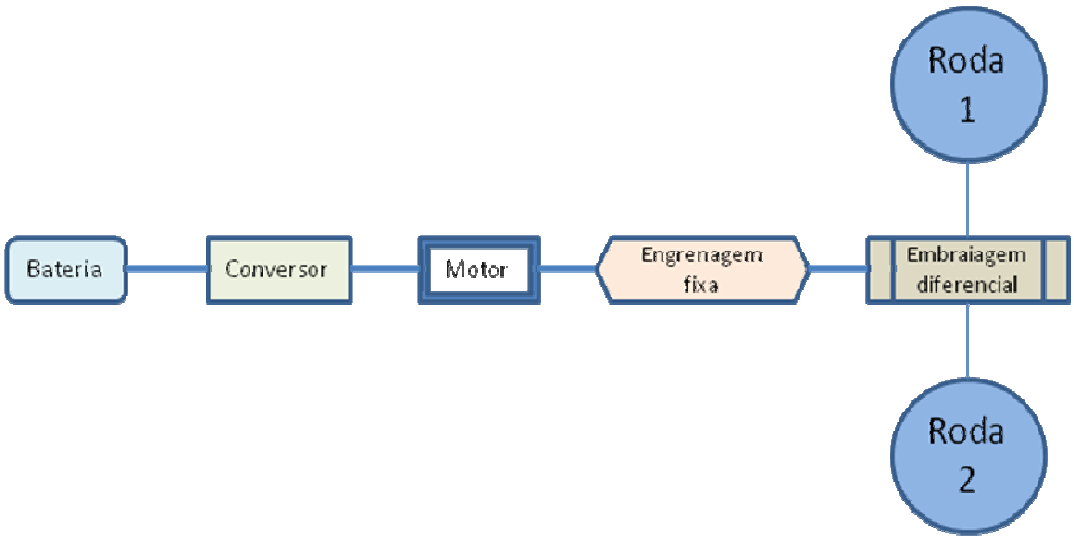


Figura 3.7 – Arquitectura de VE com um único motor eléctrico

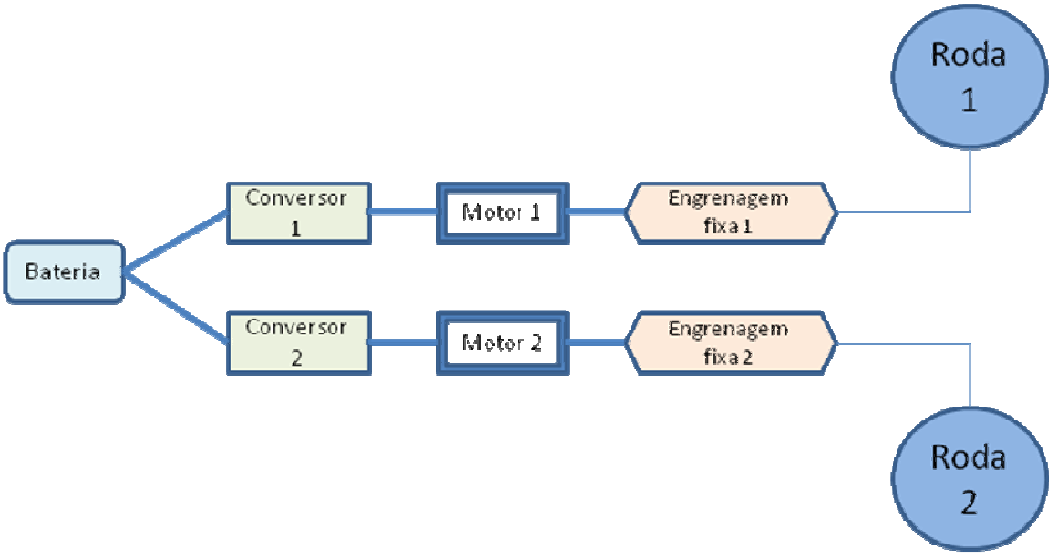


Figura 3.8 – Arquitectura de VE com dois motores eléctricos

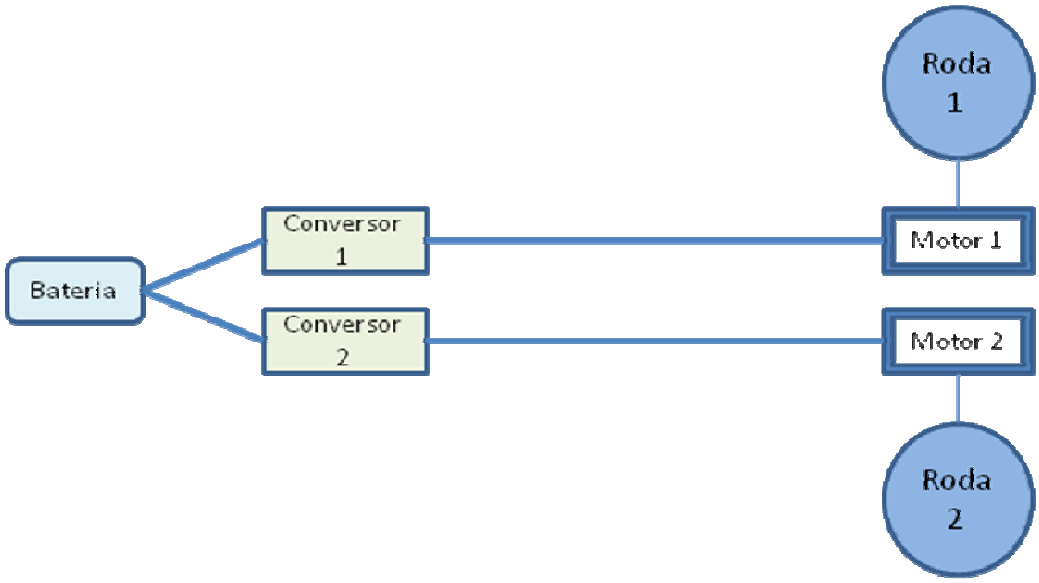


Figura 3.9 – Arquitectura de VE com motores eléctricos montados nas rodas

Com a remoção do motor de combustão interna e de todos os sistemas mecânicos associados a este, liberta-se muito espaço nos veículos e diminui-se o seu peso.

Na criação de soluções para a organização dos componentes fundamentais do VE, foram criadas duas soluções que se baseiam nos seguintes conceitos:

A primeira solução, que está representada na Figura 3.10, consiste em instalar um motor eléctrico na frente do veículo, por baixo do capôt, e dos componentes electrónicos associados de acordo com a configuração descrita anteriormente e exemplificada na Figura 3.7, sendo o princípio idêntico para a configuração exemplificada na Figura 3.8. A

distribuição das baterias em forma de T, ao longo do veículo com o objectivo de distribuir o seu peso de uma forma equilibrada.

Os motores eléctricos podem ser AC (corrente alternada) ou DC (corrente contínua). As instalações DC tendem a ser mais simples e mais baratas. Um motor DC terá uma potência que estará entre os 20 e os 30 kW. Estes motores podem ser aproveitados para recarregar as baterias através da travagem regenerativa.

O controlador do motor tem como objectivo regular de uma forma pré-determinada a eficácia do motor.

O carregador de baterias transforma a corrente alternada em corrente contínua para carregar as baterias. Existem diferentes modos de carregar as baterias e diferentes processos de carregamento, sendo também controlado de diferentes maneiras. O ciclo de carga começa com uma corrente alta e constante até que a tensão atinge o valor definido, mudando depois para um controlo de tensão constante.

As baterias são um componente fundamental, pois armazenam a energia para utilizar em todos os sistemas eléctricos do veículo e alimentar a tracção. Na Figura 3.10, apresenta-se o chassis do *Opel Ampera* e a localização dos componentes eléctricos.

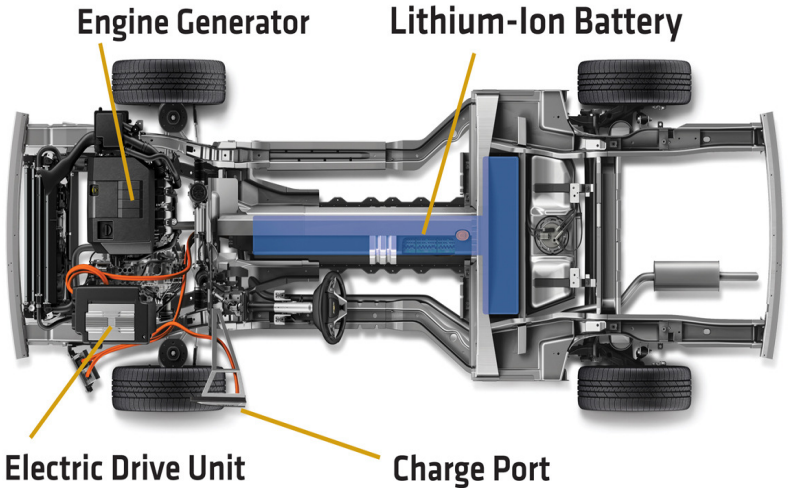


Figura 3.10 – Chassis do *Opel Ampera* com um motor eléctrico [38]

A solução consiste em instalar o motor eléctrico nas rodas, conforme configuração descrita na figura 3.9, tendo assim 4 motores independentes por veículo e também o sistema de direcção e de suspensão. Esta solução poderá possibilitar uma estabilidade e uma dirigibilidade ao veículo inalcançável através das soluções tradicionais. Esta solução foi desenvolvida pela *Siemens VDO* [41], sendo o conceito designado por *eCorner*, Figura 3.11 e Figura 3.12. A *Michelin* também apresentou uma solução neste sentido, "reinventando a roda" com o sistema *Michelin active Wheel* [42], pois para além do sistema de propulsão, direcção e suspensão ainda é integrado o pneumático, Figura 3.14.

O conceito *eCorner* tem como objectivo integrar todos os mecanismos na roda, desde o motor, direcção, suspensão e travagem. Estes componentes são miniaturizados e pretende-se substituir todas as ligações mecânicas e sistemas hidráulicos, sendo dispensável a coluna de direcção, a transmissão e o motor de combustão. Com esta solução a substituição de peças, os custos de manutenção reduzir-se-ão, haverá mais segurança e menos danos ambientais.

Neste sistema a roda continuará a estar equipada com um pneumático, mas terá instalado sensores de controlo de pressão, pois a utilização da pressão adequada é determinante no comportamento global do veículo. Está prevista uma arquitectura padronizada que permita a substituição dos módulos de uma forma simples e rápida. Quanto ao peso do conjunto da roda, a *Siemens VDO,* afirma que será ligeiramente maior que o de uma roda convencional.

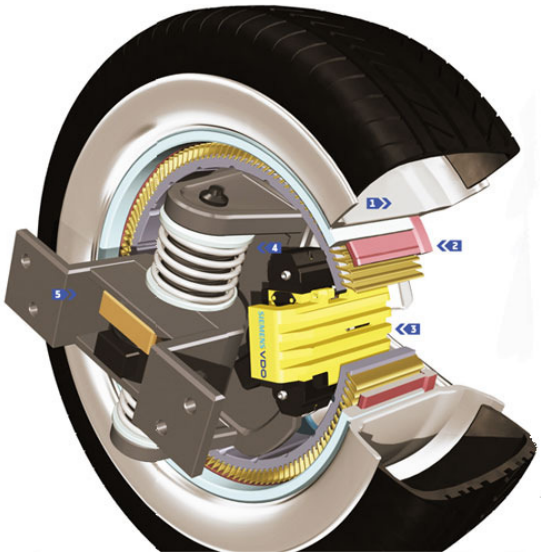


Figura 3.11 – Conceito *eCorner* da *Siemens VDO* [41]

Figura 3.12 – Roda com motor eléctrico incorporado [41]

Cada roda terá instalado um motor eléctrico que pode trabalhar sozinho, eliminando as ligações mecânicas e que tem a capacidade de aproveitar cerca de 96% da energia produzida, ao passo que num motor a gasolina a eficiência é apenas cerca de 30% [41]. Quanto aos travões, *Electronic Wedge Brakes* (EWB), são constituídos por discos accionados por pequenos motores eléctricos que ocupam menos espaço que os sistemas convencionais. Relativamente à suspensão, cada roda terá um sistema de suspensão activa, equipado com sensores e associados a amortecedores motorizados que permitem a gestão do contacto dos pneumáticos com o asfalto. Quanto aos sistemas auxiliares de segurança activa (ESP e ABS) trabalham integrados neste sistema garantindo uma melhor aderência entre o asfalto e o pneumático. Relativamente ao sistema de direcção também é electrónico e motorizado, sendo dispensadas as ligações mecânicas. Este novo sistema permite a alteração do ângulo de cada roda e a sua velocidade de uma forma independente.

No entanto, algumas destas inovações, como o da direcção, implicam ainda a alteração da legislação comunitária, uma vez que actualmente não permite a eliminação de ligações mecânicas. Estas alterações legislativas poderão demorar alguns anos a efectuarem-se.

A *Michelin* [42] está a desenvolver um sistema idêntico ao anterior, conhecido por "Roda activa" (Figura 3.14), em que integra 4 funções dentro da roda, nomeadamente a motorização, a suspensão, a travagem e o pneumático.

Para a *Michelin*, o pneumático tem uma importância fundamental e tem desenvolvido esforços no sentido de reduzir a resistência ao rolamento, reduzindo a massa do pneumático, aumentando o diâmetro exterior, reduzindo a elasticidade da borracha e garantindo uma pressão de enchimento correcta. Assim apresentou um pneumático de elevada eficiência energética, o *Electric car tyre concept* [42], projectado especificamente para VEs e adequado ao seu desempenho, uma vez que os VEs apresentam um peso menor, menor resistência ao rolamento e emitem menos ruído.

Este pneumático é estreito e com um diâmetro grande. Esta característica aliada ao composto de borracha e sílica diminui em cerca de 15% a resistência ao rolamento em relação ao melhor pneumático convencional. Também minimiza o consumo de energia, permitindo um ganho de autonomia do veículo entre 10 e 40% ou a possibilidade de usar menos conjuntos de baterias. O pneumático é mais alto e mais estreito, apresenta rasgos

longos e estreitos, com sulcos direccionais e longitudinais maximizando a área de borracha em contacto com a estrada (Figura 3.13).

A roda activa para além do pneumático é constituída pelo motor eléctrico de tracção, pelo motor de suspensão eléctrica, pela mola da suspensão, pela suspensão activa integrada pela pinça de travagem e pelo disco de travagem [43]. Os motores eléctricos apresentam uma potência contínua de 30 kW, podendo atingir uma potência máxima de 60 kW durante 20 segundos. O sistema de suspensão activa tem um espaço de 145 mm e apresenta 3 milissegundos de tempo de reacção. A roda apresenta uma massa de cerca de 32 kg e um único ponto de ligação do conjunto da roda ao chassis.

Este novo conceito apresenta algumas vantagens, uma vez que permite a simplificação do conceito do veículo, o aumento da segurança gerindo melhor o comportamento do chassis, maior conforto através da suspensão eléctrica activa e permite melhores prestações, nomeadamente: redução do peso do veículo, a redução do consumo de combustível, a redução das emissões e do ruído.

Figura 3.13 – *Electric Car Tyre Concept* [42]

Figura 3.14 – *Michelin Active Wheel* (Roda activa) [43]

3.1.2 Veículos Eléctricos Híbridos (VEHs)

O ressurgimento da aposta no desenvolvimento dos VEH surgiu em 1998 [34], sendo a base deste conceito o motor eléctrico que seria a unidade propulsão ideal. Estes motores apresentam as vantagens de ser pequeno, silencioso, muito eficiente quando comparado com os motores térmicos, não emite gases e ainda apresenta excelentes características de binário - velocidade.

Os VEHs podem apresentar diferentes arquitecturas de forma a conciliarem os benefícios dos motores eléctricos e dos motores de combustão interna no mesmo veículo, podendo assim conseguir a diminuição do consumo de combustível, aumentar a potência, conseguir que nas zonas urbanas apresentem emissões zero e em estrada se possa optar pelo uso de uma combinação de motores ou utilizá-los individualmente.

Estes veículos apresentam duas fontes de energia, nomeadamente as baterias que podem armazenar energia eléctrica e restituí-la ao motor eléctrico e um depósito de combustível que alimenta o motor de combustão interna, podendo este motor accionar a tracção do veículo ou fornecer energia mecânica a um gerador eléctrico, desenvolvendo assim o princípio da tracção híbrida convencional que consiste na utilização destas duas fontes de energia para fornecer a energia necessária para a tracção.

Os avanços tecnológicos têm permitido implementar sistemas que permitem aos VEHs serem cada vez mais competitivos, mais eficientes e com autonomias que permitem aos seus utilizadores satisfazerem as suas necessidades. Nestes sistemas podem destacar-se os seguintes [34]:

i. A travagem regenerativa, consiste em aproveitar o fluxo de energia quando o veículo está a percorrer uma descida ou em travagem. Nestas situações o motor funciona como gerador e fornece energia às baterias evitando assim que se desperdice.

ii. A assistência à tracção do motor eléctrico que se traduz em fornecer potência adicional ao motor de combustão interna, quando este se encontra em esforço em consequência de uma subida acentuada ou de uma ultrapassagem. Nestas situações e em alguns veículos, se circularem a baixa velocidade, toda a energia necessária para a tracção é fornecida pelo motor eléctrico, garantindo assim melhor desempenho como consequência da maior eficiência destes motores.

iii. O sistema de paragem automática que permite desligar o motor quando o veículo pára. Quando se acelera ou se engrena uma mudança, liga automaticamente, permitindo assim durante os períodos de paragem poupar energia. Este sistema é importante quando se circula em meio urbano onde as paragens são frequentes.

Como exemplo de VEH que usam estes sistemas podem-se mencionar o *Honda Insight* [44] e o *Toyota Prius* [45] [46], Figura 3.15 e Figura 3.16, respectivamente.

Estes exemplos usam baterias com uma densidade de energia de cerca de 44Wh/kg de "*nickel-metal hybrid*" da *Panasonic* e são projectadas para durar a vida útil do veículo. Também têm a particularidade de não serem carregadas externamente. No caso do Honda Insight o motor eléctrico funciona como gerador e no caso do Toyota Prius existe um alternador que carrega as baterias. Estes VEHs também apresentam arquitecturas diferentes, nomeadamente paralelo e série-paralelo, respectivamente.

Os construtores de VEs e VEHs desenvolveram várias arquitecturas que permitem aumentar significativamente a autonomia do veículo se for utilizada uma fonte de energia adicional a bordo. Assim, apareceram as configurações série, paralelo e complexas. Na configuração série, a tracção é obtida de um só motor eléctrico. No entanto, a energia necessária para por o motor em funcionamento é proveniente da combinação de duas fontes de energia independentes. O combustível (gasolina ou gasóleo) proveniente de um reservatório é utilizado para accionar o motor de combustão que por sua vez acciona o gerador eléctrico. A energia produzida no gerador pode ser armazenada nas baterias ou pode alimentar directamente o conversor electrónico que acciona o motor eléctrico. Nas situações onde se verifique ser necessária uma potência de aceleração elevada, as baterias e o motor de combustão podem fornecer energia ao motor eléctrico.

Figura 3.15 – *Honda Insiht* [44]

Figura 3.16 – *Toyota Prius* [45]

Nos períodos de travagem ou de percursos em descida, o motor eléctrico funcionará como gerador e fornecerá energia às baterias. Esta configuração encontra-se esquematizada na Figura 3.17. A configuração série também permite a utilização de motores incorporados nas rodas conforme o esquema reproduzido na Figura 3.9.

A configuração paralelo dos VEHs consiste na combinação de dois tipos de tracção, isto é, o motor eléctrico e o motor de combustão podem actuar simultaneamente ou de forma independente, existindo um sistema de embraiagem que permite a tracção do veículo. Esta configuração está esquematizada na Figura 3.18.

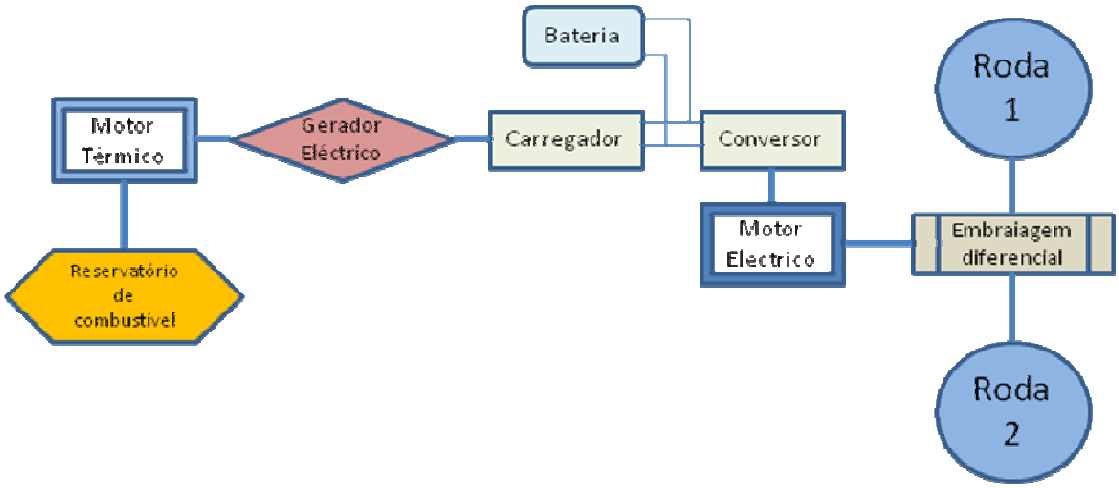


Figura 3.17 – VEH Série

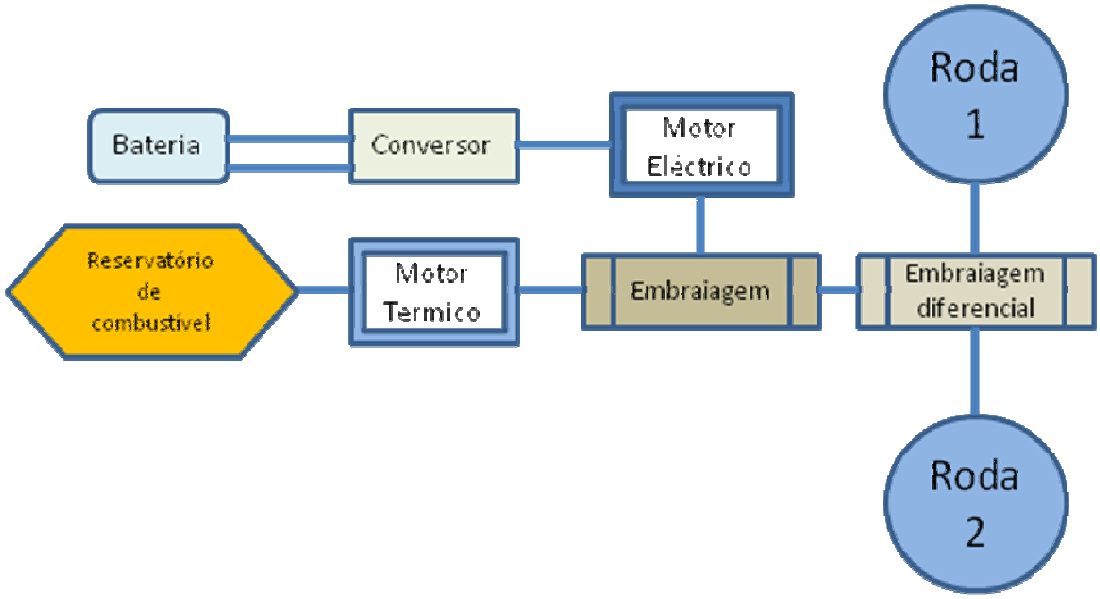


Figura 3.18 – VEH Paralelo

Neste tipo de configuração também é possível inverter o fluxo de potência, permitindo que o motor eléctrico opere como gerador. Nestas circunstâncias as baterias poderão ser carregadas durante os períodos de travagem ou através do motor de combustão.

As arquitecturas de VEHs diferentes da Série ou paralelo são consideradas complexas. Entre estas podem destacar-se a configuração, que permite associar ao sistema de baterias um mecanismo para armazenamento da energia de pico, conforme esquema da Figura 3.19. Os arranjos série-paralelo, conforme Figura 3.20, também são uma configuração complexa e tem a particularidade de poder direccionar a energia produzida pelo motor de combustão para o sistema de baterias ou directamente para o motor eléctrico.

Os sistemas de baterias utilizados nas configurações de VEHs têm que suportar ciclos de carga e descarga intensos e o seu sistema de gestão de energia e o sistema de controlo são fundamentais na eficiência global do sistema.

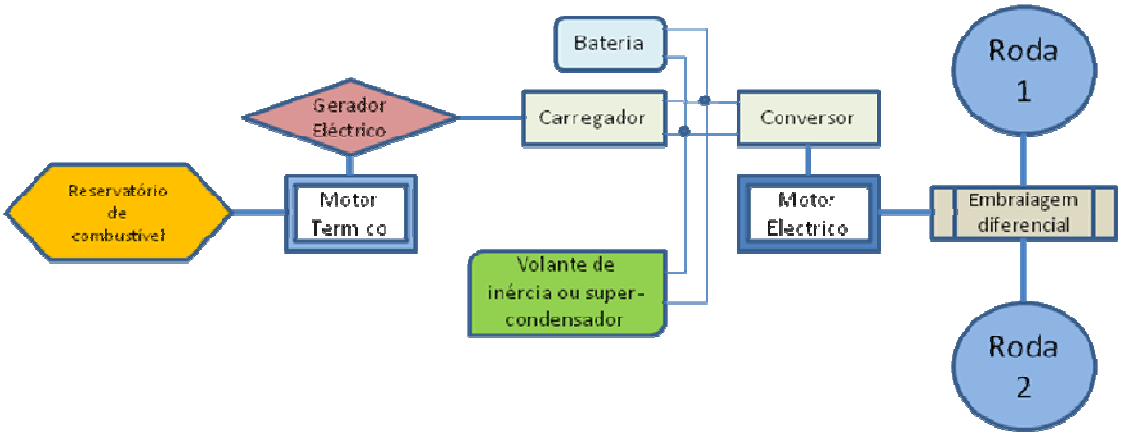


Figura 3.19 – VEH Série com mecanismo para armazenamento da energia de pico

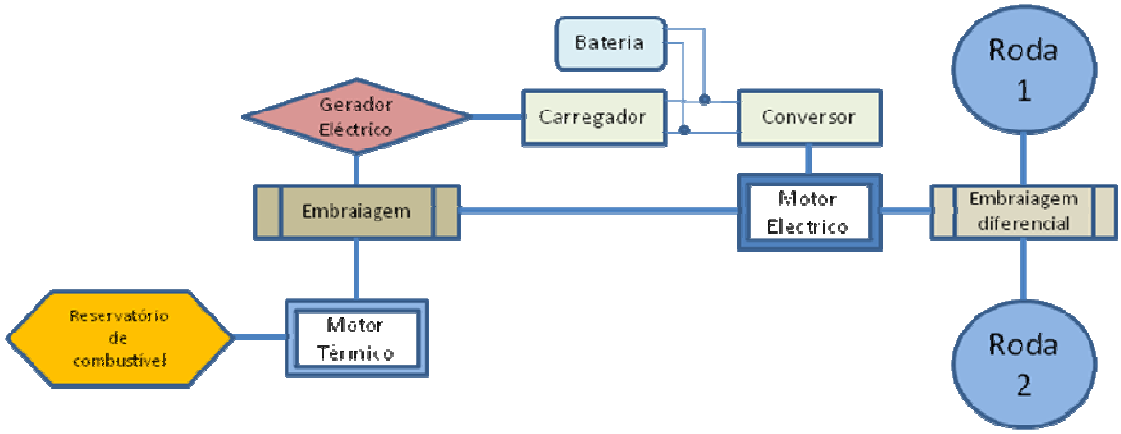


Figura 3.20 – VEH Série-parelelo

No fundo, seja qual for a arquitectura utilizada, o que se torna fundamental perante o utilizador é o desempenho do veículo quando confrontado com as necessidades do dia-a-dia. As características dos veículos são influenciadas pelo tipo de veículo, pelo seu peso e tamanho, pois os segmentos vão desde os ligeiros de passageiros, aos desportivos, aos ligeiros de mercadorias, aos pesados de passageiros, aos ciclomotores, aos motociclos, aos triciclos e a outros (Ex. *Segway*), sendo que a velocidade máxima que o veículo atinge, a inclinação máxima que é capaz de transpor, a aceleração máxima que atinge e a sua autonomia são características a considerar.

Nos VEs puros e nos VEHs a travagem regenerativa também é uma característica muito importante, pois se o veículo possuir um binário elevado associado a uma corrente de carga das baterias elevada teremos uma influência significativa na autonomia do veículo.

Também a dirigibilidade do veículo é muito importante e esta requer um binário de arranque elevado, uma resposta rápida e estável do motor e uma travagem eficiente e controlada. A taxa de variação da potência do motor deve ser limitada. Na Figura 3.21 apresenta-se a curva característica do binário x rotação de um veículo em função do nível estabelecido pelo pedal do acelerador [34].

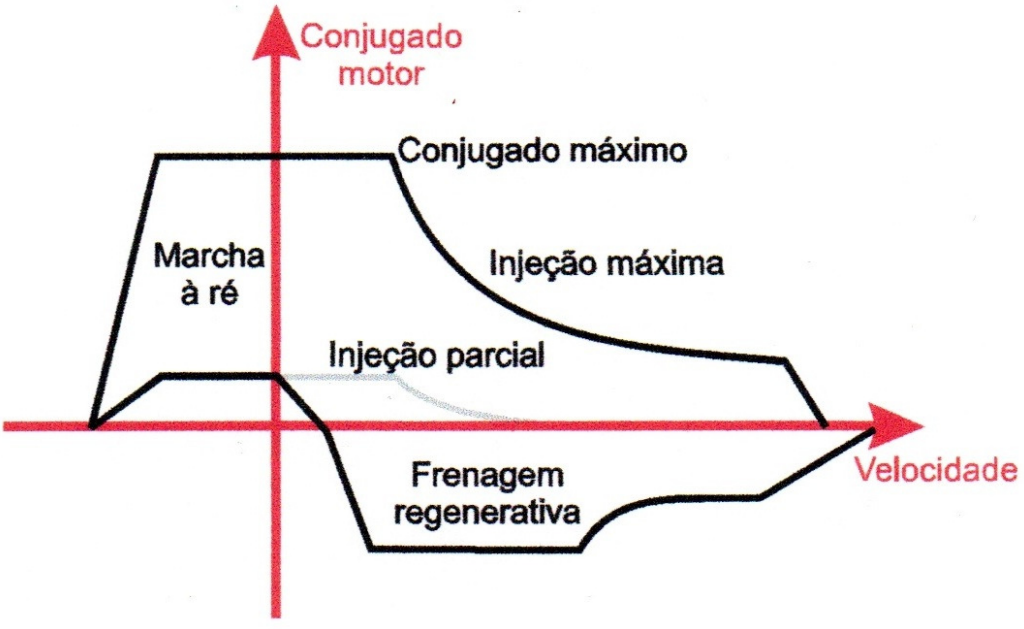


Figura 3.21 – Diagrama de esforço de tracção em função da posição do acelerador

No esquema da Figura 3.22 [34], representa-se o esforço de tracção de várias categorias e tipos de veículos, estando o binário normalizado para a massa de uma tonelada. As curvas (P) indicam a potência máxima por tonelada e as curvas (S) são as curvas de carga em função da velocidade e da inclinação da via de trânsito. Sabendo-se que em função da categoria ou do tipo do veículo, ou seja, da utilidade que lhe vamos dar, existem diferentes necessidades de velocidade máxima e de esforço de tracção, pelo que se pode concluir que quanto maior for o veículo menor será a sua velocidade máxima, o seu esforço de tracção (por unidade de massa) e a sua potência (por unidade de massa).

Com a evolução dos VEHs convencionais apareceram os VEHs com possibilidade de carregamento pela rede, sendo esta tecnologia designada de "híbrida *Plug-in*", pois permite a optimização do carregamento das baterias através do carregamento directo na rede eléctrica. Estes VEHs aliam em simultâneo a possibilidade de utilização da tracção eléctrica, com emissões zero, com a autonomia e agilidade dos híbridos convencionais.

Os construtores japoneses, nomeadamente a *Toyota* e a *Honda* têm-se destacado no desenvolvimento desta tecnologia, tendo já lançado o *Honda Fit Ev*, que se destina ao mercado Japonês e Norte-americano. O modelo equivalente na Europa é o *Honda Jazz* [47], Figura 3.23. Este veículo é um citadino de 5 lugares e foi projectado para satisfazer as necessidades diárias de um condutor em meio urbano, que usa o veículo próprio nas suas deslocações para o trabalho e nos seus afazeres citadinos. Está concebido para deslocações frequentes e de curta duração em modo eléctrico puro, mas também permite a realização de viagens de longa distância.

Este veículo tem uma autonomia para 160 quilómetros por cada carga, que pode ser maximizada pelo sistema de travagem regenerativa e pelo inovador sistema de condução a três modos. Utilizando dois motores eléctricos, este sistema possibilita a maximização da eficiência da condução, podendo o veículo circular em modo totalmente eléctrico, a gasolina – eléctrico ou a gasolina utilizando o modo de transmissão directa pelo motor de combustão interna.

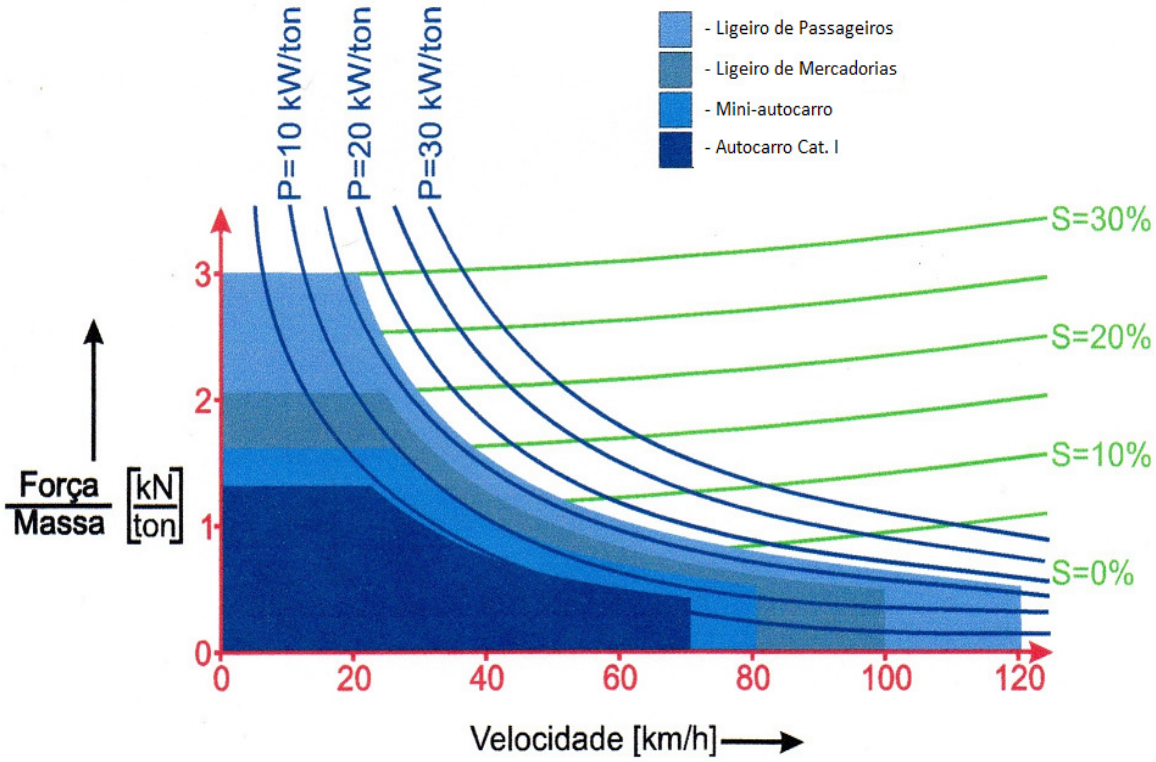


Figura 3.22 – Diagrama de esforço de tracção para várias categorias de veículos [34]

Figura 3.23 – *Honda Jazz* – Híbrido *Plug-In* [47]

3.1.3 Veículo a pilha de combustível (VPC)

Os VPCs também são veículos eléctricos, sendo que a energia eléctrica é produzida por uma pilha de combustível [31]. As pilhas de combustível podem apresentar várias tecnologias. O princípio consiste em utilizar pilhas de hidrogénio puro produzindo electricidade para alimentar o motor eléctrico do veículo, libertando apenas de vapor de água.

No esquema da Figura 3.24 e na Figura 3.25, apresenta-se a arquitectura de um VPC, que se baseia na configuração híbrida série. Neste tipo de veículos, o sistema de produção de energia eléctrica a partir do hidrogénio substitui o motor de combustão e o reservatório de combustível fóssil. O excesso de energia produzida é armazenado no sistema de baterias. A alimentação do motor eléctrico pode-se efectuar directamente do sistema de produção de energia ou das baterias.

O sistema de produção de energia consiste em converter a energia de uma reacção química directamente em energia eléctrica. O princípio de funcionamento é semelhante ao das baterias primárias, pois baseia-se num electrólito entre dois eléctrodos (ânodo e cátodo). O combustível é oxidado no ânodo, libertando electrões que se deslocam para o cátodo. O circuito e completado por um fluxo de iões através de um electrólito, separando o combustível e o oxidante.

Este tipo de tecnologia tem as vantagens de ser não poluente, de apresentar menores custos de manutenção e permitir a diminuição do ruído. Mas, também apresenta algumas desvantagens, que têm mesmo condicionado a sua implementação e divulgação, uma vez que o armazenamento do hidrogénio levanta vários problemas técnicos, pois este atinge o estado líquido a 250 graus negativos. A distribuição do hidrogénio também é uma condicionante importante, pois não existe uma rede de distribuição, assim como a sua produção, atendendo a que os combustíveis fósseis não deverão ser solução.

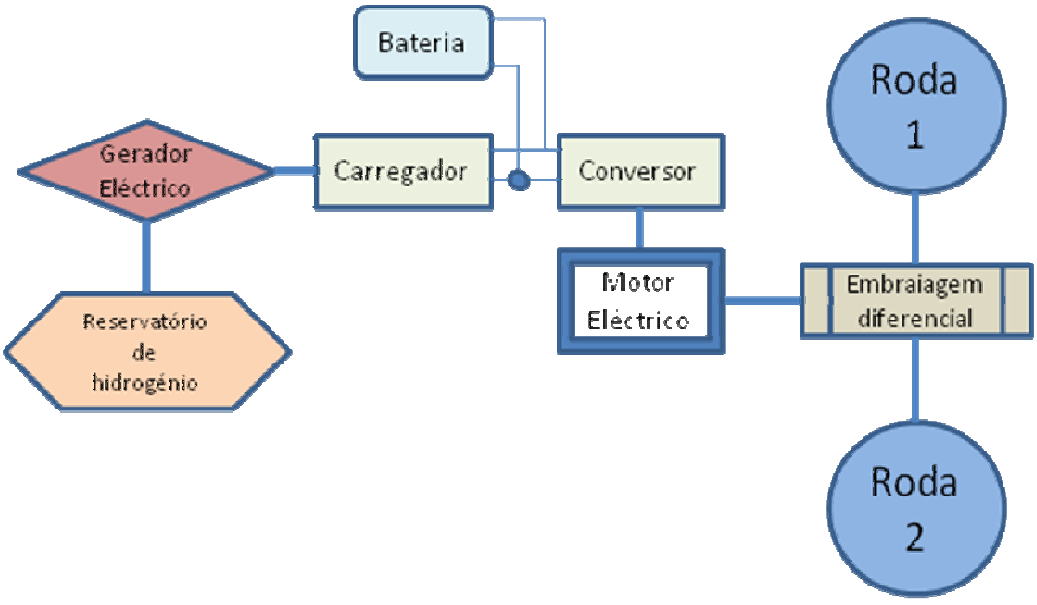


Figura 3.24 – Configuração de um VEH movido a hidrogénio (VPC)

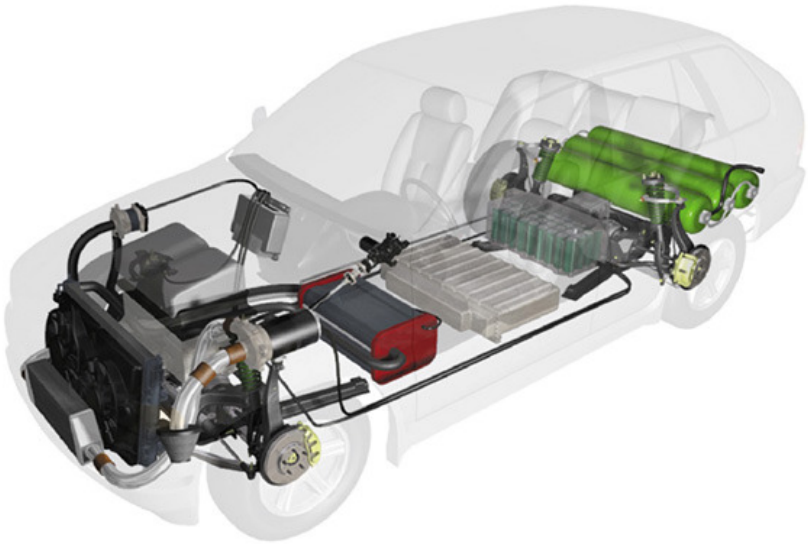


Figura 3.25 – Configuração de um VPC

As células de combustível que actualmente são usadas estão agrupadas em cinco tipos, que a seguir de enumeram:

- ✓ Pilha Alcalina (AFC)
- ✓ Pilha de Polímero Sólido (SPFC)
- ✓ Pilha de Ácido Fosfórico (PAFC)
- ✓ Pilha de Carbonato Fundido (MCFC)
- ✓ Pilha de Óxido Sólido (SOFC)

Prevê-se que nas próximas décadas as pilhas de combustível possam ser utilizadas em larga escala, não só na produção de energia eléctrica para a tracção de veículos, mas também para a produção de energia eléctrica em sítios remotos e em larga escala.

3.1.4 Veículo eléctrico de alimentação directa (VEAD)

Os VEADs são veículos eléctricos que apresentam a particularidade de a alimentação do motor eléctrico ser feita directamente de uma rede de alimentação sem ter a necessidade de possuir baterias para armazenamento da mesma ou um depósito de combustível para alimentação de um motor de combustão interna.

Neste tipo de veículos podemos incluir os troleicarros e os metropolitanos, Figura 3.26 e Figura 3.27, tão típicos em algumas cidades portuguesas, mas também eléctricos e comboios.

Figura 3.26 – Troleicarro

Figura 3.27 – Metropolitano

Este tipo de veículos apresenta várias vantagens que lhes permitem ser considerados os veículos de transportes públicos de passageiros do Século XXI. Destas podemos enumerar as seguintes:

- ✓ Possuem um motor eléctrico e consequentemente apresenta emissões directas de zero;
- ✓ As emissões indirectas também podem ser zero dependendo da fonte de produção de energia eléctrica, pois se for proveniente de fontes renováveis podemos ter emissões zero;
- ✓ Apresentam um nível de ruído muito baixo;
- ✓ A eficiência do motor eléctrico, só consome quando circula e ainda pode estar equipado com o sistema de travagem regenerativa que permitirá a produção de energia;
- ✓ A manutenção é mais barata do que nos veículos convencionais;
- ✓ É uma tecnologia com provas dadas e a durabilidade dos veículos é elevada.

No entanto, também apresentam algumas limitações que impedem a massificação de alguns destes veículos. Assim podemos considerar como desvantagens os seguintes aspectos:

- ✓ O preço da rede de abastecimento;
- ✓ No caso dos troleicarros, ficam limitados às zonas onde se encontrem implementadas linhas aéreas;

- ✓ Em caso de avaria na rede de abastecimento durante uma viagem, todo o sistema pode não funcionar.

Os VEADs continuarão a ter cada vez mais importância no transporte público de passageiros, nomeadamente os metropolitanos, como é bem evidente nas maiores cidades do país.

3.2 Veículo convencional (*ICE*)

O Veículo convencional é caracterizado pelo motor de combustão interna (*ICE*). Inicialmente estes motores arrancavam pelo accionamento de uma manivela, tarefa pouco agradável. No inicio do Século XX, foi desenvolvido pela *DELCO* (*Dayton Electric Laboratories Campany*) a pedido da *GM*, o primeiro sistema de arranque. Este sistema consistia num motor eléctrico de pequena dimensão que consumia uma potência elevada proveniente de uma bateria de Chumbo-ácido e permitia accionar o motor *ICE*. Depois do motor *ICE* entrar em funcionamento, o motor de arranque passa a funcionar como gerador e carrega a novamente a bateria. Esta também alimenta todos os sistemas eléctricos do veículo.

Na Figura 3.28, apresenta-se a arquitectura de um veículo convencional com motor *ICE*.

O motor *ICE* é caracterizado pela sua baixa eficiência, pois apenas cerca de 30% da energia do combustível é aproveitada. Da combustão da mistura de ar e combustível são produzidos vários gases (dióxido de carbono (CO2), (óxidos de azoto (NOx), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos por queimar (HC)) que são poluentes e contribuem para o efeito de estufa. Estes motores também são caracterizados pela melhoria de eficiência quando a transmissão se desenvolve nas velocidades mais altas.

Da análise destes dados desenvolveram-se soluções que permitem optimizar o funcionamento destes motores, passando pela diminuição do consumo de combustível, pela diminuição das emissões de gases e pelo aumento da eficiência global do sistema. A introdução no sistema de um motor eléctrico auxiliar que permita ao *ICE* operar na linha de operação económica, principalmente nas velocidades mais baixas.

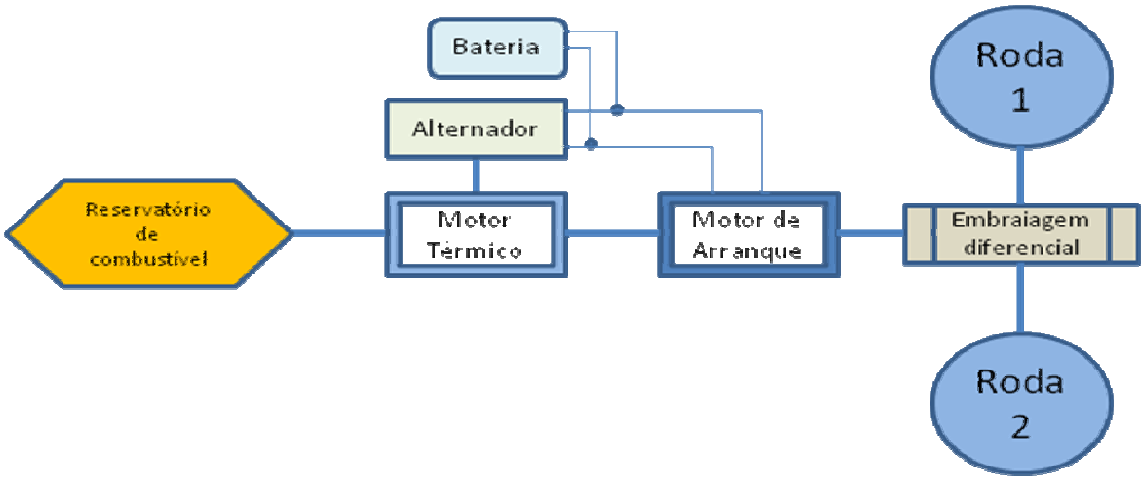


Figura 3.28 – Arquitectura de Veículo Convencional

3.3 Conversão de veículos

A conversão de veículos convencionais para veículos eléctricos encontra-se em estudo, estando o Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. (IMTT) [1] [26], interessado no desenvolvimento de um programa que permita disponibilizar aos cidadãos, planos e modelos de transformação com aprovação geral que apresentem soluções técnicas que permitam a sua aplicação num conjunto alargado de veículos. Com base na identificação destes grupos de veículos, pretende-se definir um sistema que possa ser instalado nesses veículos de forma a criar uma estandardização das transformações, uniformizando procedimentos de montagem, com custos controlados e com a garantia de qualidade e segurança na transformação.

Os critérios adoptados foram os seguintes:

- ✓ Veículos com peso e cilindrada de gama média baixa. Desta forma a potência a instalar através das baterias será menor, logo, o peso do veículo será menor e o custo inicial e de utilização também;
- ✓ Veículos relativamente novos. Assim terão um período de tempo de utilização maior o que permitirá amortizar o custo da transformação;
- ✓ Veículos que percorrem distâncias acima de 50000 km/ano;
- ✓ Veículos a gasolina, pois têm maior potencial de redução de consumo e de emissões que um veículo a gasóleo.

Na tabela 3.1, encontram-se discriminados os segmentos de veículos do parque automóvel português com possibilidades de serem abrangidos por este programa.

Marca	0 a 5 anos					5 a 10 anos				
	Gasolina		Gasóleo		Total	Gasolina		Gasóleo		Total
	Até 1000cc	>1000 cc a 1500cc	Até 1000cc	>1000 cc a 1500cc		Até 1000cc	>1000 cc a 1500cc	Até 1000cc	>1000 cc a 1500cc	
CHEVROLET	3283	6895	0	0	10178	0	0	0	0	0
CITROEN	6112	19956	0	12152	38220	2212	43352	0	9082	54646
DAEWOO	34	231	0	0	265	5830	3170	0	0	9000
FIAT	5	14560	0	16978	31543	1414	61068	0	2487	64969
FORD	0	17548	0	6735	24283	0	33668	0	3302	36970
HONDA	0	14899	0	0	14899	0	17208	0	0	17208
HYUNDAI	0	6515	0	2637	9152	3125	9748	0	3418	16291
KIA	1202	1433	0	1968	4603	88	2662	0	0	2750
LANCIA	0	734	0	2068	2802	0	3086	0	191	3277
MAZDA	0	5382	0	552	5934	0	3728	0	157	3885
MERCEDES-BENZ	0	4017	0	0	4017	0	2396	0	0	2396
MITSUBISHI	0	8943	0	2383	11326	0	11860	0	83	11943
NISSAN	584	4661	0	9061	14306	4482	10776	0	1307	16565
OPEL	670	23223	1	44576	68470	10175	65700	0	11506	87381
PEUGEOT	5337	17118	0	16448	38903	1466	63995	0	23125	88586
RENAULT	0	32671	0	83809	116480	1	82983	0	36553	119537
SEAT	31	22906	0	10293	33230	9042	17865	0	4770	31677
SKODA	0	7282	0	4960	12242	0	12353	0	1242	13595
SMART	9275	2303	4682	648	16908	4013	592	2635	47	7287
SUZUKI	349	2295	0	3934	6578	894	3229	0	658	4781
TOYOTA	13860	3091	0	27576	44527	18911	15960	0	2587	37458
VOLKSWAGEN	84	24859	0	6350	31293	17871	51570	0	11796	81237

Tabela 3.1 – Parque automóvel português com potencial para conversão (IMTT, I.P. 2010)

3.4 Outros VEs

Os VEs existentes no mercado não se limitam apenas a veículos de passageiros de uso pessoal ou familiar. Actualmente já abrangem várias categorias e tipos que permitem dar resposta às mais variadas necessidades das pessoas e das empresas, tanto no trabalho como no laser.

Os veículos de 2 e 3 rodas, já têm uma implantação no mercado considerável, nomeadamente nos velocípedes com motor, ciclomotores, motociclos, triciclos, quadriciclos, *segway* entre outros, Figura 3.29. Nos transportes públicos também já existem apostas muito fortes nos VEs puros, existindo já autocarros com esta tecnologia fabricados em Portugal do qual é exemplo o CaetanoBus [48], Figura 3.30. Os veículos de transporte de passageiros utilizados nos aeroportos também são eléctricos, assim como empresas de turismo nas viagens pelas cidades, Figura 3.31.

Em 2003 e 2004, algumas câmaras municipais portuguesas [27] [49] aderiram ao programa de demonstração dos mini-autocarros "*Gulliver*", Figura 3.32, através de um projecto orientado pela APVE, acabando algumas por adquiri-los, pois constatou-se que eram

uma opção válida e que permitem o transporte de proximidade com os cidadãos, principalmente nos centros históricos, onde as ruas geralmente são estreitas e é fundamental reduzir ao máximo as emissões de gases. Estes veículos ainda têm a particularidade de lhe poderem substituir os grupos de baterias num período muito curto de tempo, o que permite que possa estar em circulação durante todo o dia.

Figura 3.29 – Segway e Ciclomotor eléctrico

Figura 3.30 – Autocarro eléctrico Caetano Cobus 2500 EL

Figura 3.31 – Veículo turístico "*Dilixi*"

Figura 3.32 – Mini-autocarro eléctrico "*Gulliver*"

Os táxis puramente eléctricos também são uma aposta recente e do protocolo assinado pela Câmara Municipal de Lisboa e a Autocoope, fez de Lisboa a primeira cidade europeia a disponibilizar táxis puramente eléctricos. O *Renault Fluence Z.E.* [50], Figura 3.33, está a ser testado em condições reais de utilização, com a finalidade de comprovar e demonstrar inequivocamente que estes veículos são uma alternativa viável para o transporte de passageiros, que para além de ecológico, permite uma poupança de cerca de 3600 € relativamente aos veículos convencionais.

Este protocolo também é muito valorizado pela *Renault*, uma vez que tem realizados investimentos avultados no desenvolvimento de VEs e vê neste teste uma oportunidade de quebrar alguns mitos relativamente á utilização de VEs, podendo comprovar que os mesmos são uma alternativa viável ao transporte de pessoas a baixo custo e com autonomia suficiente para satisfazer as necessidades do dia-a-dia.

Os condutores destes veículos devem efectuar uma condução ecológica e cuidada com o intuito de gerir o melhor possível a carga das baterias. Com a resolução das limitações e preocupações relacionadas com o tempo de carga e com a autonomia, prevê-se uma aposta na substituição das frotas tradicionais por frotas de VEs.

As empresas de transporte de mercadorias, especialmente de entregas em pequenas distâncias e em ambiente urbano também já optam por VEs de mercadorias, pois as vantagens que apresentam em termos de custos são consideráveis e traduzem-se numa poupança significativa que cresce em relevância em função da dimensão da frota. Nas cidades de maior dimensão e com restrições ambientais devido aos elevados níveis de poluição, estes veículos tornam-se uma opção e uma solução que lhe permite desenvolver a actividade de uma forma regular. Os CTT já adquiriram frotas de veículos eléctricos comerciais para a distribuição em meio urbano, Figura 3.34.

Figura 3.33 – Primeiro táxi eléctrico em Lisboa

Figura 3.34 – Ligeiro de Mercadorias Eléctrico – *Renault Kangoo Z.E.*

Nas provas desportivas, nomeadamente no "*Rallye de Monte Carlo*", já se disputou uma corrida destinada a VEs e com motorizações alternativas. Esta competição compreendeu várias provas diferentes que serviram para testar a resistência destes veículos. Estas consistiram em, na primeira etapa percorrer 550 quilómetros, na segunda etapa percorrer 272 quilómetros em estradas sinuosas, levando os veículos ao limite. A classificação geral, para além das provas de regularidade, incluía na sua fórmula de cálculo provas de economia de combustível e comparações de factores como o peso do automóvel, emissões de CO2, entre outras [51].

O *Opel Ampera* foi o primeiro vencedor do evento e considerado o primeiro VE com capacidade para ir a qualquer lugar na Europa. Para este sucesso contribuiu o sistema de motorização, debitando este um elevado binário instantâneo de 370 Nm e a bateria de iões de lítio de 16 kWh de capacidade, Figura 3.35.

Figura 3.35 – *Opel Ampera* Vencedor Rali de Monte Carlo para VEs

No campo do todo terreno também já se encontram disponíveis várias opções, nomeadamente por parte da *Volvo*, da *Audi*, da *Peugeot,* entre outras.

A *Peugeot* [52] lançou recentemente o modelo 508 RXH, que alia o motor diesel ao motor eléctrico, sistema que já tinha implementado no *3008 Hybrid 4*, Figura 3.36, e que em conjunto disponibilizam uma potência de 200 cv. O sistema em causa permite uma tracção às quatro rodas, sendo que o motor a diesel garante a tracção no eixo da frente e o motor eléctrico no eixo traseiro. A tracção integral pode ser permanente ou pode ser totalmente eléctrica. A unidade de baterias transmite 37 cv às rodas traseiras.

O *Volvo XC60 Hybrid Plug-In* [53], Figura 3.37, está equipado com um motor a gasolina auxiliado por uma unidade eléctrica. O motor de quatro cilindros debita 260 cv e tem a ajuda de um motor eléctrico com 70 cv e um binário de 200 Nm. Este último permite que o *XC60* seja capaz de andar em modo apenas eléctrico durante cerca de 60 quilómetros, tendo capacidade, segundo reclama a *Volvo*, de consumir apenas 2,9 l/100 km, com emissões abaixo das 53 gr/km de CO2.

Figura 3.36 – *Peugeot 508 RXH Hybrid4*

Figura 3.37 – *Volvo XC60 Hybrid*

3.5 Baterias e gestão de energia

As baterias são um elemento fundamental nos VEs [54], pois o sucesso da Mobilidade Eléctrica está directamente dependente do desenvolvimento que estas tiverem, nomeadamente a nível de preço, durabilidade, autonomia, tempo de carga, segurança, densidade de energia e peso.

Na década de 70 e 80 do século passado desenvolveram-se vários tipos de baterias, no entanto, só nos últimos anos é que se apostou fortemente em tornar essa tecnologia comercial, sendo que a sua aplicação e importância para os VEs faz com que se tenha desenvolvido e continue a ser uma aposta forte para os investigadores nos próximos tempos [55] [56] [57].

Dos vários tipos de baterias usados em VEs e VEHs podemos destacar os seguintes:

- ✓ Ácido-chumbo (Pb - acid);
- ✓ Níquel-cadmium (NiCd);
- ✓ Níquel Hidreto Metálico (NiMH);
- ✓ Iões de Lithium (Li-ion);
- ✓ Lithium polímeros (Li-poly);
- ✓ Sulfureto de sódio (NaS);
- ✓ Ar-Zinco (Zn-Air).

Das tecnologias de baterias enumeradas, destacar-se-ão aquelas que têm sido mais usadas ou que se prevê que tenham uma evolução considerável nos próximos anos, nomeadamente, baterias de Ácido-chumbo, Níquel-cadmio, Níquel-hidreto metálico e Iões de Lítio. No entanto teremos que considerar cuidadosamente as vantagens e as desvantagens de cada tipo em função do uso que lhe queiramos dar.

As baterias de Ácido-chumbo, Figura 3.38, foram pioneiras e equipam ainda hoje uma grande parte dos VEs. Estas, são baterias de descarga profunda e têm uma vida útil de 400 a 800 ciclos o que é uma desvantagem, pois o ciclo de vida é reduzido. Também apresentam uma baixa densidade energética e um peso elevado. Porém, têm a vantagem de apresentarem um custo relativamente baixo, são fáceis de construir, as matérias-primas para a sua construção são de fácil acesso (chumbo, enxofre) e apresentam características electromecânicas favoráveis.

As baterias de Níquel-Cádmio já são usadas por alguns construtores europeus e japoneses e apresentam algumas vantagens relativamente às baterias de Ácido-chumbo, mas

também alguns inconvenientes. A vida útil atinge os 1000 ciclos de carga, apresentam maior densidade energética, no entanto, são mais caras que as baterias de Ácido-chumbo. O tempo de carga também é mais curto, mas são necessários alguns cuidados uma vez que estas baterias têm tendência a aquecer, acrescentando a este facto, a alta toxicidade que o Cádmio apresenta, Figura 3.39.

As baterias de Níquel Hidreto Metálico representam uma evolução considerável por ser constituída por materiais recicláveis e não tóxicos, para além de não necessitar de manutenção. Apresenta uma vida útil superior à das baterias de Ácido-chumbo, no entanto, inferior às de Níquel-cadmio. As baterias de Níquel Hidreto Metálico apresentam ainda outras vantagens importantes relativamente às baterias mencionadas nos parágrafos anteriores, nomeadamente podem ser carregadas em menos tempo, suportam subcarga e sobrecarga sem perigo de aquecimento ou explosão, têm maior densidade energética, pesam menos e são menos volumosas. Além disso são recicláveis e mais seguras, porém, mais caras, Figura 3.40.

As baterias de Iões de Lítio são usadas por alguns construtores de VEs (*Nissan e Tesla*) e são caracterizadas por apresentarem uma alta densidade de potência, uma alta energia específica, um efeito de memória baixo e uma vida útil superior a 1000 ciclos de carga. Cada célula deste tipo de baterias apresenta uma tensão nominal de 2,5 a 4,5 Voltes, durante o carregamento e também durante a descarga.

Este tipo de baterias também apresentam algumas limitações e inconvenientes uma vez que necessitam de um sistema de controlo complexo em cada célula e um sistema de arrefecimento que seja muito eficaz, caso contrário existe perigo de explosão. O seu preço também ainda é elevado, Figura 3.41.

Figura 3.38 – Bateria de Ácido-chumbo

Figura 3.39 – Bateria de Niquel-Cádmio

Figura 3.40 – Bateria de Níquel Hidreto

Figura 3.41 – Bateria de Iões de Lítio

Na figura 3.42 [55] apresenta-se a evolução dos tipos de baterias em análise, relativamente á densidade de energia específica e volumétrica. Na figura 3.43 constata-se a evolução da densidade de energia específica no tempo. Destes dados podemos concluir que a grande evolução aconteceu nas últimas décadas, pelo que o domínio desta tecnologia e o acesso fácil á matéria-prima tornar-se-á determinante no futuro próximo.

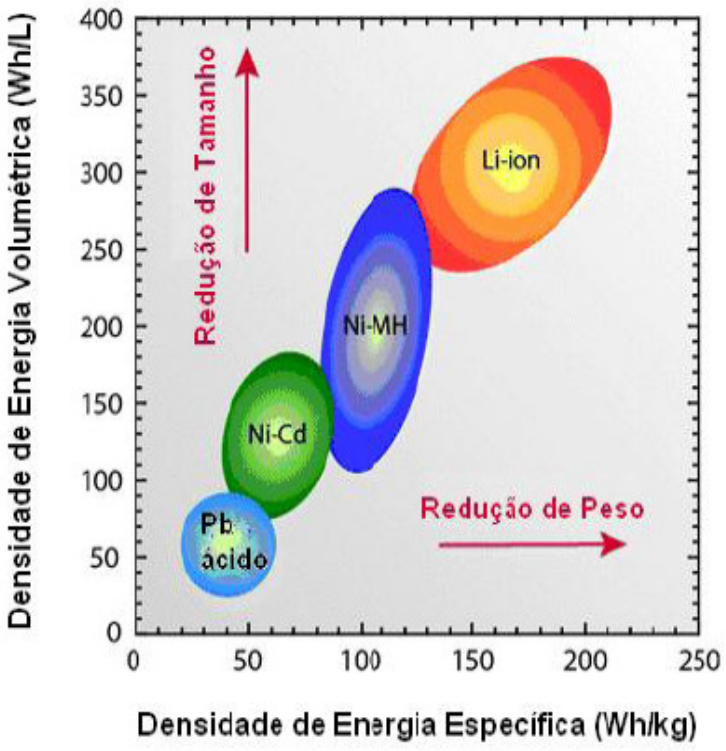


Figura 3.42 – Comparação entre os tipos de baterias em análise [56]

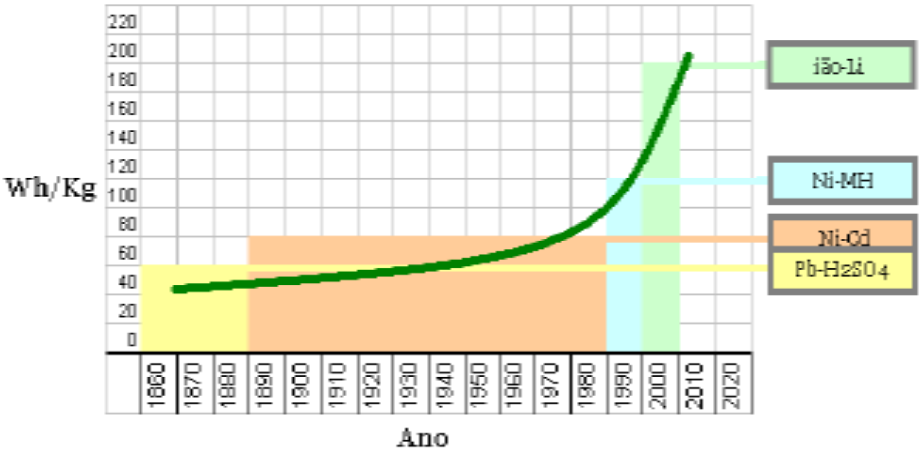


Figura 3.43 – Evolução das baterias no tempo [56]

O desenvolvimento e a produção em série de baterias de Iões de Lítio deverá ser uma aposta dos empresários portugueses, pois em Portugal estão identificadas reservas de Lítio que fazem do país o quinto produtor mundial [58] e com capacidade para exportar. No entanto, é primordial que se desenvolva rapidamente tecnologia e competência técnica que permita aproveitar esta oportunidade.

Os investigadores portugueses estão empenhados em desenvolver um sistema de gestão da bateria (*Battery Management System – BMS*), que permita aproveitar ao máximo a capacidade de carga/descarga total disponível nas baterias e ao mesmo tempo que permita aumentar o seu tempo de vida útil [59]. O sucesso do desenvolvimento e implementação desta tecnologia será determinante na opção dos consumidores pelos VEs, uma vez que todas as topologias da tracção eléctrica descritas nos pontos anteriores fazem um uso intensivo da bateria pelo que um bom *BMS* será de grande importância não só ao nível técnico, mas também ao nível da segurança, pois permite agrupar um conjunto de tecnologias diferentes que vão desde a instrumentação, conhecimento em tempo real do estado de carga dos elementos da bateria, balanceamento da carga / descarga dos mesmos, algoritmos de gestão de fluxos de potência e energia no barramento CC, mas também económico.

O sistema de controlo de potência de um VE é de suma importância porque este controla a energia entregue pelas baterias ao motor, permitindo que este funcione adequadamente, com um arranque suave e possa manter uma velocidade constante após atingir a velocidade cruzeiro. Também controla a maior necessidade de energia nas subidas, disponibilizando apenas a energia necessária evitando os desperdícios.

Um condutor com a formação adequada, isto é, sensibilizado para uma forma de conduzir diferente, adequada ao tipo de veículo em causa e à utilização que se lhe queira dar, pode poupar muita energia. Para tal, teremos que aprender a controlar as acelerações, ou seja, não devemos acelerar em demasia quando sabemos que teremos de travar ou imobilizar o veículo para não desperdiçar a energia gasta na aceleração. Também poderemos ter o relevo dos trajectos seguido em conta, pois se soubermos que vamos percorrer uma descida e como o motor eléctrico apresenta uma inércia baixa, podemos deixar o veículo circular utilizando a sua energia cinética sem recorrer a uma aceleração ou utilizar a travagem regenerativa podendo assim aumentar a autonomia do veículo.

Prevê-se que nos próximos anos surjam soluções tecnológicas na área de armazenamento de energia, com o surgimento de polímeros de elevado desempenho em resistividade eléctrica e com capacidade para suportarem tensão/campo eléctrico sem ocorrência de fugas ou seja, os ultracondensadores [58].

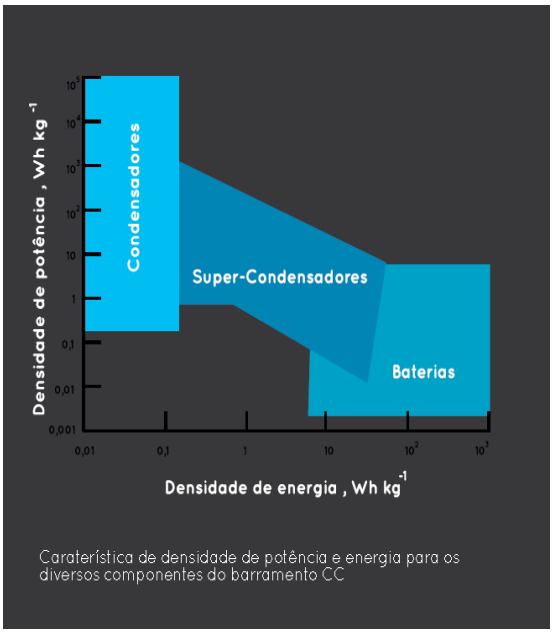


Figura 3.44 – Característica de densidade de potência e energia [55]

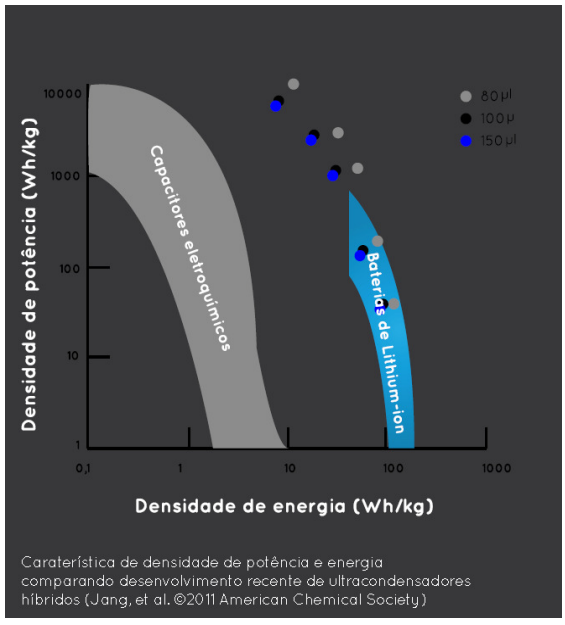


Figura 3.45 – Densidade de potência e energia comparando com ultracondensadores [55]

3.6 Impacto no Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

A mudança de paradigma da mobilidade tradicional para a mobilidade eléctrica com uma utilização em larga escala de VEs, implica a mudança de vários comportamentos por parte dos utilizadores, no entanto, convém compreender se o Sistema Eléctrico Nacional (SEN) suporta esta mudança.

O SEN é composto por seis grandes áreas [60] [61] [62] que incluem a produção, transmissão, distribuição, comercialização, operação do mercado eléctrico e operações logísticas facilitadoras da transferência entre comercializadores e consumidores. Estas operações devem ser desenvolvidas respeitando os princípios de racionalidade e eficiência na utilização dos recursos.

Sendo o SEN um sistema bastante complexo, este ainda tem que garantir que é um sistema seguro e que garante a qualidade da energia eléctrica entregue aos consumidores. Para além disto, ainda padece de uma grande limitação, pois a geração de energia eléctrica tem que responder às necessidades de consumo em tempo real uma vez que não existe nenhum sistema de armazenamento de energia eléctrica, o que obriga a que o sistema esteja sobredimensionado e com necessidades de ajustamento constantes em função do consumo.

A produção de electricidade divide-se em dois grandes regimes. Um é a produção em regime ordinário (PRO) que engloba as fontes tradicionais não renováveis e em grandes centros electroprodutores hídricos e outro é a produção em regime especial (PRE) que engloba a co-geração e a produção a partir de fontes de energia renováveis. Este regime beneficia de tarifas especiais e o comercializador de último recurso é obrigado a comprar a energia produzida sob este regime (EDP – Serviço Universal).

Na última década, em Portugal, tem existido uma forte aposta na produção de electricidade via energias renováveis, constatando-se que a capacidade instalada actualmente situa-se à volta de 5000 MW (renováveis), contribuindo significativamente para a diminuição da dependência energética do país face ao estrangeiro.

A potência instalada total no país (continente) ronda os 17700 MW, o que não chega para satisfazer as necessidades energéticas do país, sendo ainda necessário importar energia, embora a diminuição do consumo energético que se tem verificado nos últimos anos devido à crise económica que estamos a atravessar e à falência de inúmeras empresas. Nas figuras 3.46 e 3.47, apresentam-se os dados relativos à potência instalada e a sua evolução nos últimos anos.

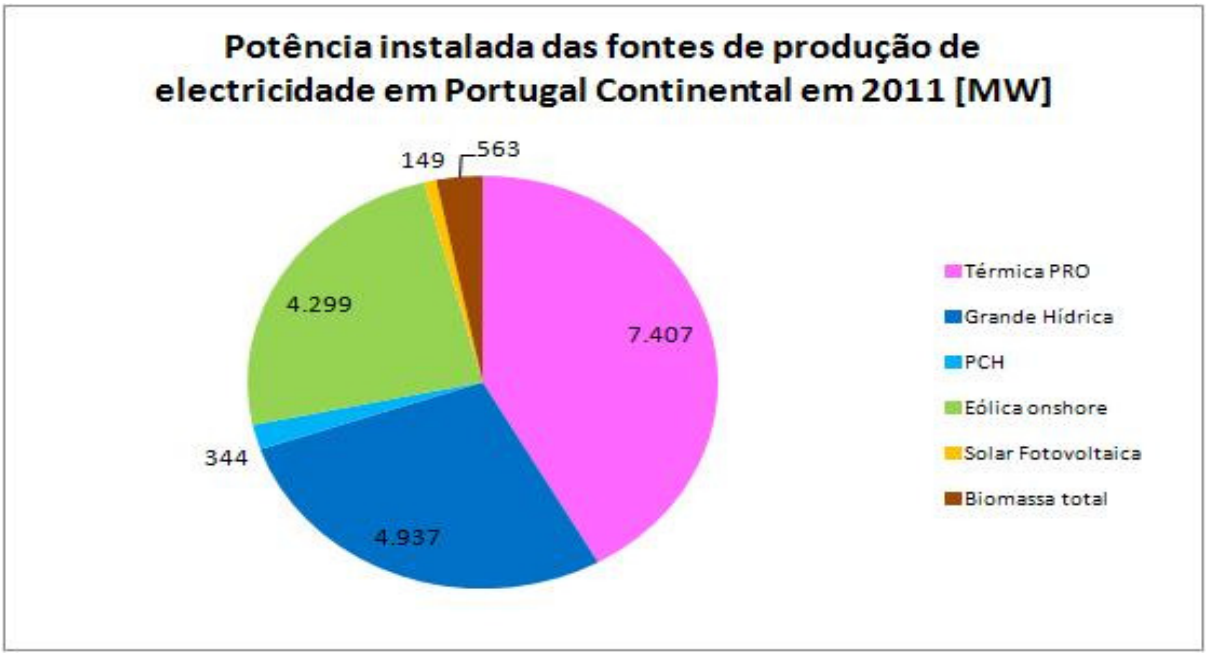


Figura 3.46 – Capacidade instalada em Portugal

FONTE: REN, DGEG

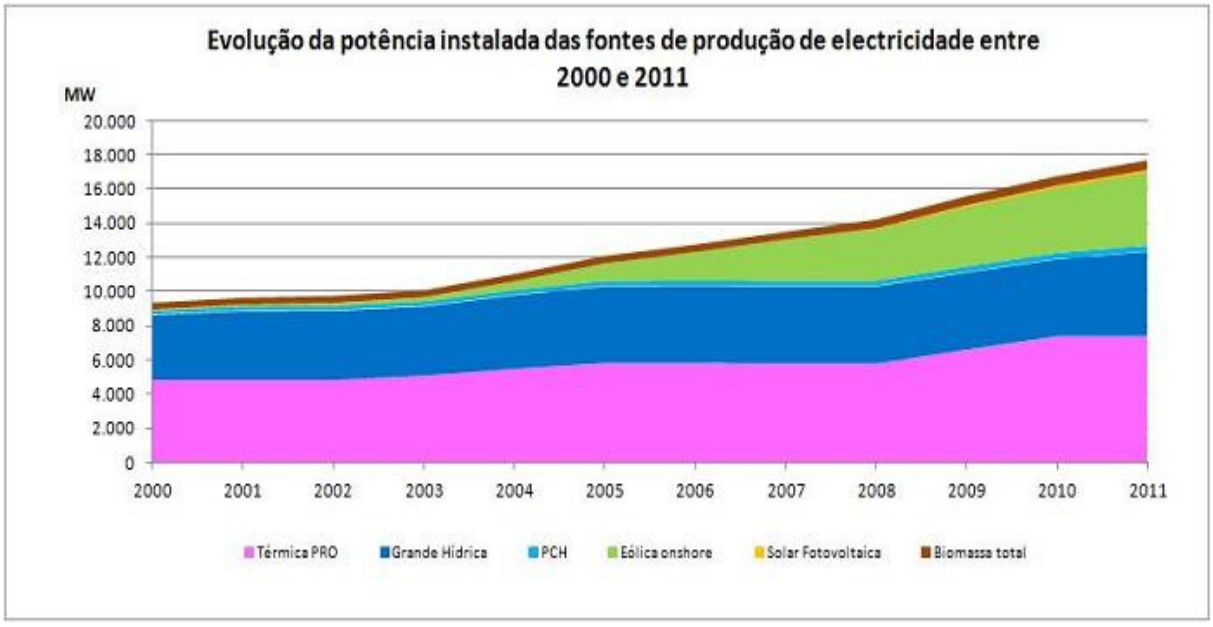


Figura 3.47 – Evolução da Potência Instalada

FONTE: REN, DGEG

Com o aumento da capacidade instalada também a capacidade produção de electricidade aumentou, constatando-se que em Portugal actualmente se produzem cerca de 50 TW/ano. O consumo diário de electricidade em Portugal é de cerca de 8000 MW. Nas Figuras 3.48 e 3.49, apresentam-se gráficos com a evolução da produção e um diagrama de carga para o dia 12/12/2012, Tabela 3.2.

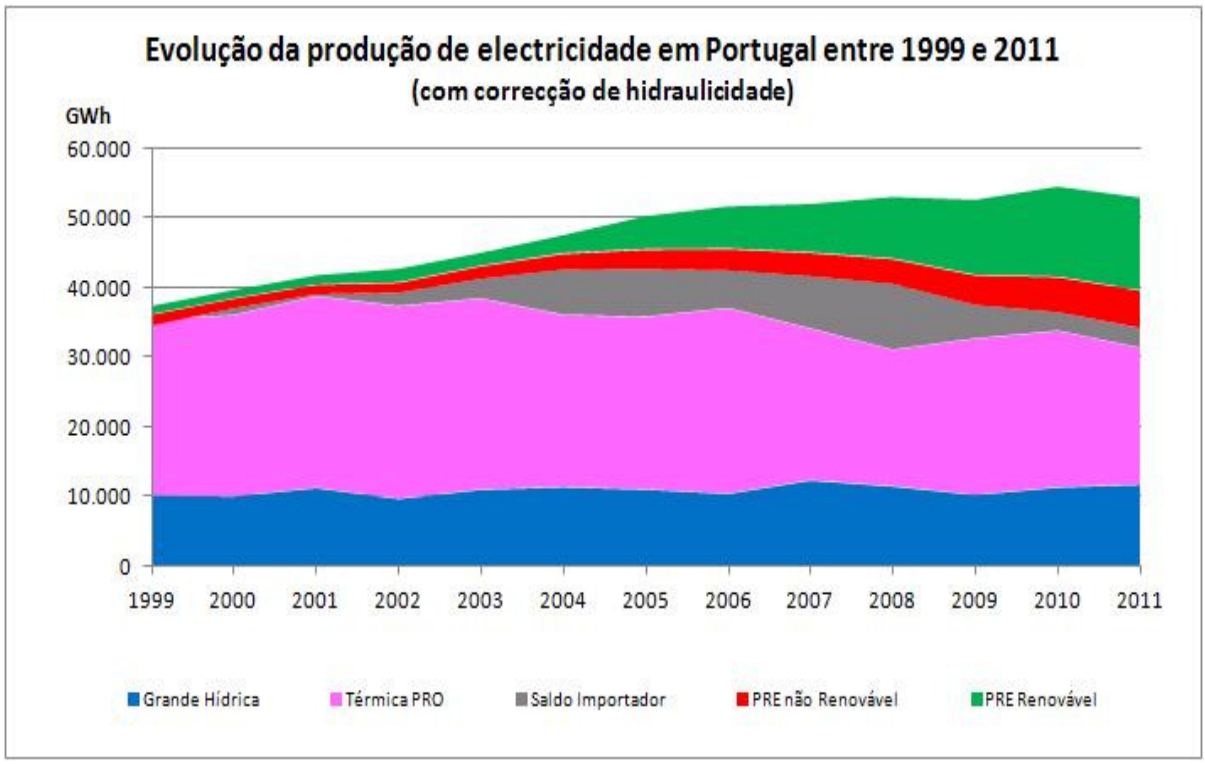


Figura 3.48 – Evolução da Produção em Portugal

FONTE: REN, DGEG, EDA, EEM

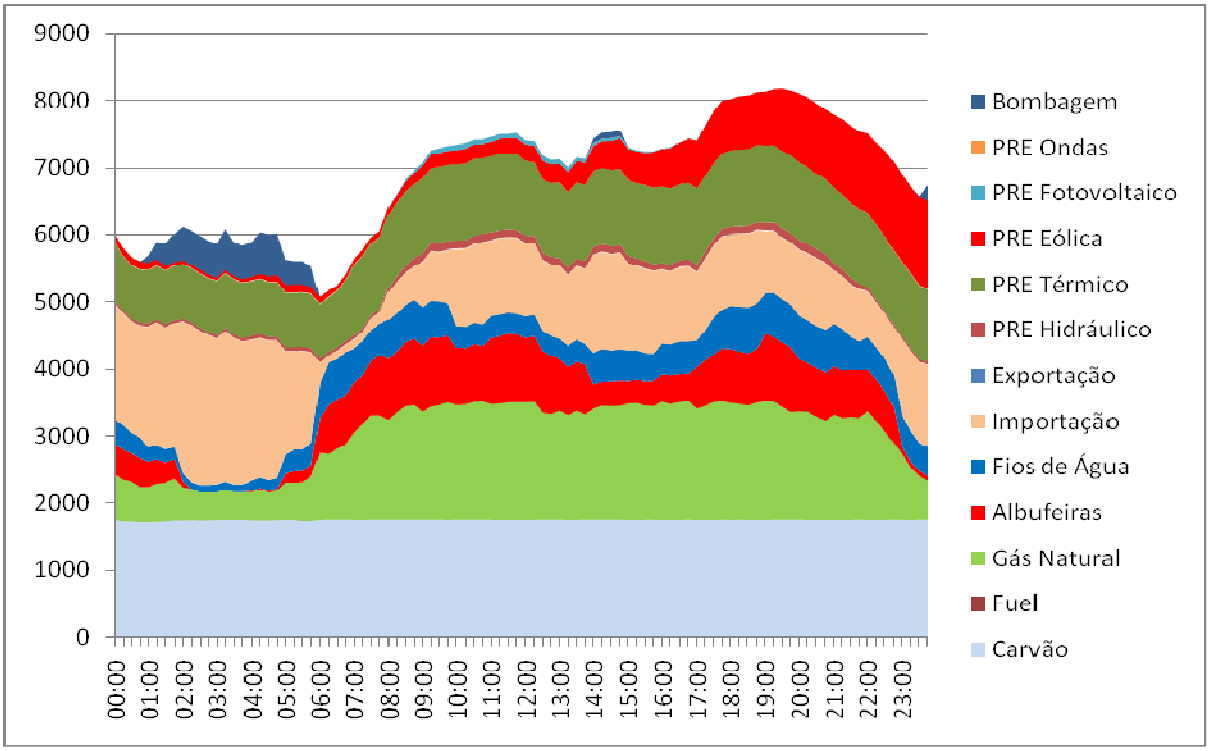


Figura 3.49 – Diagrama de carga diário (12/12/2012)

Fonte: REN

	Ponta [MW]	Dia/2012 [GWh]	Dia/2011 [GWh]	Mês/2012 [GWh]	Variação [%]
Hidráulica	1,622	23.5	18.6	328.2	0.0
Térmica	3,519	73.1	50.4	670.2	-7.9
Total Prod. Reg. Ordinário	**5,13**	**96.6**	**69.0**	**998.4**	**-5.5**
Importação (Comercial)	2,33	27.9	9.6	259.1	82.3
Exportação (Comercial)	0	0.0	2.0	15.1	-73.5
Saldo Importador	**2,332**	**27.9**	**7.5**	**245.2**	**185.8**
Bombagem	**505**	**2.4**	**4.0**	**53.3**	**25.4**
Hidráulica	141	2.1	5.2	30.3	-1.6
Térmica	1,165	24.8	24.4	270.3	4.0
Eólica	1,324	10.7	51.6	265.4	-4.3
Fotovoltaica	84	0.4	0.2	7.7	62.0
Ondas	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Prod. Reg. Especial	**2,464**	**38.0**	**81.4**	**573.7**	**0.2**
CONSUMO	**8,164**	**160.1**	**153.9**	**1,764.1**	**5.5**
(Corrig. Temperatura)		*153.7*	*157.2*	*1,724.7*	*2.9*

Tabela 3.2 - Diagrama de Carga Diário (12/12/2012)

Fonte: REN

Portugal apresenta como objectivo até 2020, a existência de um milhão de VEs nas ruas portuguesas, isto é, a substituição de cerca de 20 % da frota tradicional. O cumprimento deste objectivo implica o aumento do consumo de electricidade, pelo que, uma eficiente e eficaz gestão da produção de energia eléctrica se torna fundamental e economicamente muito importante.

Actualmente já estão disponíveis vários modos de carregamento de VEs que variam na potência pedida à rede e no tempo que demora a carregar as baterias, no entanto, este tema será tratado mais detalhadamente no ponto 4. Para a análise do impacto que um milhão de VEs poderá provocar no SEN, será considerado o modo de carregamento lento com fonte de alimentação de 230 volts e 16 amperes, em tipo AC, sendo que, um carregamento deste tipo demora de 6 a 8 horas.

Neste tipo de carregamento são pedidos à rede cerca de 3,3 kW e as baterias têm uma capacidade de carga de cerca de 20 kWh. Sendo estas as condições mínimas, para o carregamento de 1 milhão de VEs ao mesmo tempo, seriam necessários pelo menos 3,3 GW, sendo certo que este valor poderá ser bastante superior, durante alguns períodos, caso os utilizadores optem por carregamentos mais rápidos que exigem maior potência. Estas

circunstâncias representam pelo menos 18,6 % da capacidade instalada actualmente, sendo que poderá atingir os 30 % durante alguns períodos, em função do modo de carregamento escolhido e do número de VEs ligados à rede para carregar baterias.

Na procura de soluções para este problema e também para um melhor aproveitamento da energia produzida pelas fontes de produção renováveis, uma vez que estas apenas produzem quando se reúnem determinadas condições ambientais (vento, exposição solar ou caudais dos rios) o que por vezes não coincide com as necessidades energéticas do momento e existindo grandes dificuldades em armazenar esta energia, a mesma acaba por perder-se. Este tipo de produção também introduz no SEN um grau de imprevisibilidade e complexidade que dificulta a sua gestão.

Constatando-se a evolução e aperfeiçoamento das baterias para VEs, surgiu o conceito V2G (*vehicle-to-grid*), desenvolvido pela *Nissan* [63] [64], que consiste em armazenar energia eléctrica nas baterias durante o período em a energia é mais barata (horas de vazio) e devolvê-la à rede no período em que a energia é mais cara (horas de ponta). Sabendo-se que a maior parte dos veículos que são utilizados nas deslocações para o trabalho e para o regresso a casa se encontram parados durante o dia. Nestas circunstâncias não necessitam da carga total acumulada para percorrer esses trajectos, desde que seja garantida a carga mínima de segurança para os percorrer, a carga restante poderá ser devolvida à rede permitindo ao proprietário do VE ser ressarcido pela energia devolvida à rede, podendo assim retirar o proveito económico do armazenamento de energia nas suas baterias e ao mesmo tempo amortizar o preço do próprio veículo e das baterias.

O controlo das operações V2G será efectuado por uma rede inteligente (*smart grid*) [65] [66] de uma forma adaptativa, optimizada, distribuída, integrada, segura. Este conceito de redes inteligentes permitirá atribuir um endereço IP a cada veículo que por sua vez permitirá comunicar à rede eléctrica que um VE está pronto para uma operação V2G e gerir os acessos à rede e a monitorização do trânsito de energia de uma forma coordenada e em função das necessidades do SEN. Também existe a necessidade de uma transmissão bidireccional de energia eléctrica, não só para o V2G, mas também para o G4V (*Grid for vehicle*). O funcionamento deste sistema também implica um processo de facturação complexo.

Este conceito obriga a que os VEs estejam equipados com uma ligação bidireccional com a rede eléctrica para fluxo de energia, com um sistema de controlo e comunicação com o operador de rede e com um sistema de controlo e medida, integrados no VE.

Na adesão a estes sistemas, o proprietário do VE deverá ter em conta o tipo de baterias que equipa o veículo e consequentemente o seu ciclo de vida e preço, de forma a poder calcular a rentabilidade que poderá ter o seu "aluguer" no armazenamento de energia.

Os conceitos V2G, G4V e rede inteligente, para além dos VEs também poderão ser aplicados a VEHs que possuam ligação à rede e até os VPCs em função da quantidade de hidrogénio que possuam no reservatório. Em resumo, os veículos que possuam uma fonte de energia e um sistema que possibilite a conversão da corrente em AC a 50 Hz, poderão alimentar a rede.

A tecnologia V2G usada em VEs de rede inteligente é testada pela SGS (Sociedade Geral de Superintendência, S.A.), de forma a garantir a conformidade com os protocolos de comunicação e o cumprimento das regulamentações existentes.

Na análise ao tarifário EDP [67], em vigor para o ano de 2012, em BTN <10,35 KVA, Figura 3.50, Figura 3.51 e Figura3.52, que abrange a maior parte dos clientes particulares, podemos verificar que são disponibilizadas três tarifas: simples, bi-horária e tri-horária. Estas tarifas podem ser aplicadas em dois ciclos, semanal ou diário em que o cliente poderá usufruir de energia mais barata durante um período de 76 horas ou 70 horas, respectivamente e para carregamentos em casa. Nos Pontos de carregamento rápido da rede Mobi.e o preço é de 0,20€ / kWh, nos pontos de carregamento normais é de 0,07€ / kWh durante o dia, e de 0,03€ / kWh durante a noite (das 00H00 às 06H00) (está previsto que os preços dos pontos de carregamento passe a ser o mesmo que é disponibilizado ao consumidor em sua casa) e caso o carregamento seja efectuado em casa durante o período das horas de vazio o preço será de 0,0833€ / kWh. O motor eléctrico consome tipicamente entre 0,1 e 0,23 kWh / Km pelo que para um percurso de 100 Km considerar-se-á um consumo médio de 16,5 kWh.

<table>
<tr><td colspan="5">Custo de utilização</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Preço</td><td>Consumo Médio (100 km)</td><td>Custo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Eléctrico</td><td>Vazio</td><td>0,0833 €/kWh</td><td rowspan="2">16,5 kWh</td><td>1,37 €</td></tr>
<tr><td>F. Vazio</td><td>0,1551 €/kWh</td><td>2,60 €</td></tr>
<tr><td>Gasóleo</td><td colspan="2">1,40 €/L</td><td>4,5 L</td><td>6,30 €</td></tr>
<tr><td>Gasolina</td><td colspan="2">1,60 €/L</td><td>6 L</td><td>9,60 €</td></tr>
<tr><td colspan="5">Dependendo do VE poderá ter que ser considerado o preço do aluguer das baterias.</td></tr>
</table>

Tabela 3.3 – Custo de utilização de VE vs veículo convencional

TARIFA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN (<10,35 kVA e >2,3 kVA)			PREÇOS	
Potência		**(kVA)**	**(EUR/mês)**	**(EUR/dia)***
	Tarifa simples , bi-horária e tri-horária	3,45	5,33	0,1748
		4,6	6,92	0,2268
		5,75	8,50	0,2788
		6,9	10,09	0,3308
Energia activa			**(EUR/kWh)**	
	Tarifa simples		0,1393	
	Tarifa bi-horária	Horas fora de vazio	0,1551	
		Horas de vazio	0,0833	
	Tarifa tri-horária	Horas de ponta	0,1706	
		Horas de cheias	0,1442	
		Horas de vazio	0,0833	

* RRC art. 184.º, n.º 3

Figura 3.50 – Tarifário EDP para 2012, em BTN

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		**Período de hora legal de Verão**	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Figura 3.51 – Horário do ciclo semanal

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		**Período de hora legal de Verão**	
Ponta:	09.00/10.30 h 18.00/20.30 h	Ponta:	10.30/13.00 h 19.30/21.00 h
Cheias:	08.00/09.00 h 10.30/18.00 h 20.30/22.00 h	Cheias:	08.00/10.30 h 13.00/19.30 h 21.00/22.00 h
Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h	Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Figura 3.52 – Horário do ciclo Diário

No caso português, o impacto no SEN provocado pelo aumento significativo de VEs a circular poderá ser atenuado de forma considerável pelo uso de uma rede inteligente que permitirá aproveitar as energias renováveis para proceder ao carregamento das baterias durante a noite, armazenando assim energia que poderá ser devolvida á rede nas horas de ponta.

Em Portugal também têm sido desenvolvidos vários esforços no sentido de tornar os edifícios mais eficientes energeticamente, pois cerca de 40% do consumo de energia é em aquecimento, arrefecimento e alimentação de aparelhos eléctricos, pelo que esta área pode ter um contributo importante para a diminuição do consumo de energia, libertando assim parte da energia habitualmente consumida para outros sectores.

O Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e o Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios (RSECE) determinam a melhoria das condições do conforto térmico e da qualidade do ar interior com gastos reduzidos em energia. A arquitectura do edifício adequada ao local, à insolação, ao clima, às condições físicas do terreno e à escolha dos materiais são importantes para maximizar o proveito das condições climáticas, procurando beneficiar da exposição solar evitando assim outros gastos energéticos em aquecimento, arrefecimento e outros. A correcta utilização de alguns aparelhos e a adequação dos gastos de energia às necessidades também pode contribuir para a diminuição dos consumos.

3.7 Redes Inteligentes (*Smart Grid`s*)

O desenvolvimento da rede Mobi.e, para além da criação de novas oportunidades de negócio e desenvolvimento tecnológico, permitiu a instalação da primeira fase do sistema de mobilidade eléctrica em Portugal que permite a integração dos VEs na rede eléctrica.

Este projecto nasceu de um consórcio que conseguiu reunir empresas de várias áreas e instituições, nomeadamente, Efacec, Edp Inovação, Intelli, Novabase, Critical Software e CEIIA (Centro para a excelência e Inovação na Industria Automóvel), com conhecimentos, capacidade técnica e operacional, conseguindo criar um sistema inovador e pioneiro, de uma forma organizada que permite a qualquer utilizador de VEs o carregamento das suas baterias à escala nacional. Esta tecnologia já está a ser vendida para vários países europeus e não só, estando também em desenvolvimento o Projecto MOBI.Europe com a participação de vários países e empresas sob a coordenação do Inteli [69].

Actualmente, os VEs não representam apenas uma carga adicional para a rede eléctrica. Com a criação das redes inteligentes (*smart grid)* [65] e consequente aumento da complexidade que estas trazem ao sistema, a integração dos carregamentos dos VEs terá um impacto reduzido na rede em função das possibilidades que estas oferecem.

As *smart grid`s* permitem fornecer energia aos consumidores e permitem que os mesmos devolvam à rede a energia que têm nas baterias e que não necessitam [86]. Desta forma é possível efectuar uma utilização eficiente de energia, aumentar a fiabilidade do sistema e reduzir os custos, pois o veículo pode ser carregado durante a noite, no período de vazio, aproveitando o excesso de energia produzida nas fontes de energia renováveis durante este período. Posteriormente, pode ser vendida á rede nas horas de ponta gerando assim um benefício para o proprietário do VE, mas também para o distribuidor de energia, pois existe a possibilidade dos VEs constituírem um mecanismo de armazenamento de energia.

Esta possibilidade permitiu a criação do conceito V2G, que permitirá uma gestão energética mais eficiente e uma melhoria da qualidade do abastecimento da rede eléctrica e da sua estabilidade, pois uma gestão correcta e planeada do carregamento dos VEs permite moldar o diagrama de consumo, reduzindo os picos, utilizando de uma forma mais eficaz a capacidade instalada das fontes de energia renováveis, Figura 3.53.

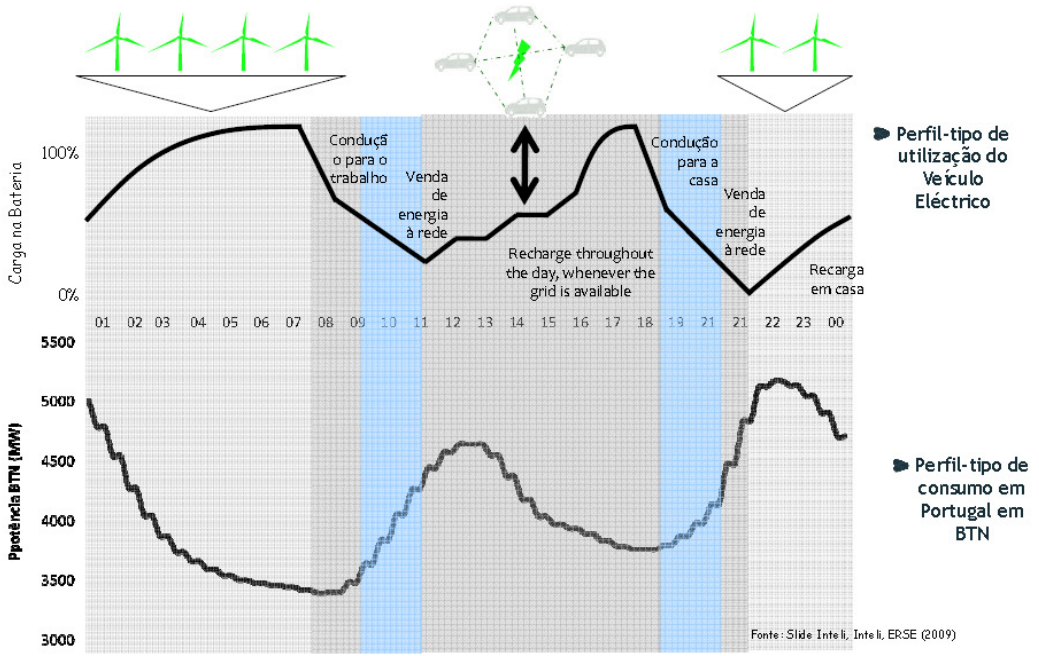


Figura 3.53 – Períodos de carga / descarga inteligentes dos VEs [69]

A EDP Distribuição lidera um consórcio onde tem como parceiros nacionais empresas ligadas à produção industrial, de tecnologia e investigação. Este é composto pela EDP Inovação, pelo INESC Porto, pela EFACEC, pela LOGICA e pela JANZ/ CONTAR e contam com apoios do FEDER e do Sistema de Incentivos ao I &DT. Este consórcio desenvolveu a InovGrid, uma rede inteligente de energia que permite para além do sistema de telecontagem, a monitorização e controlo de toda a rede de distribuição de uma forma optimizada, o que permite uma gestão mais eficiente. A integração dos VEs neste sistema será vantajosa, pelas razões já invocadas anteriormente.

A EDP lançou também o conceito InovCity, de forma a testar a sua InovGrid, Figura 3.54, em todo o concelho de Évora. Posteriormente, este projecto será alargado a outros conselhos. Esta rede inteligente integra uma nova forma de distribuição e produção de energia eléctrica surgindo também a conceito de casas inteligentes. Desta forma a micro produção, a mobilidade eléctrica e a eficiência energética terão um papel relevante.

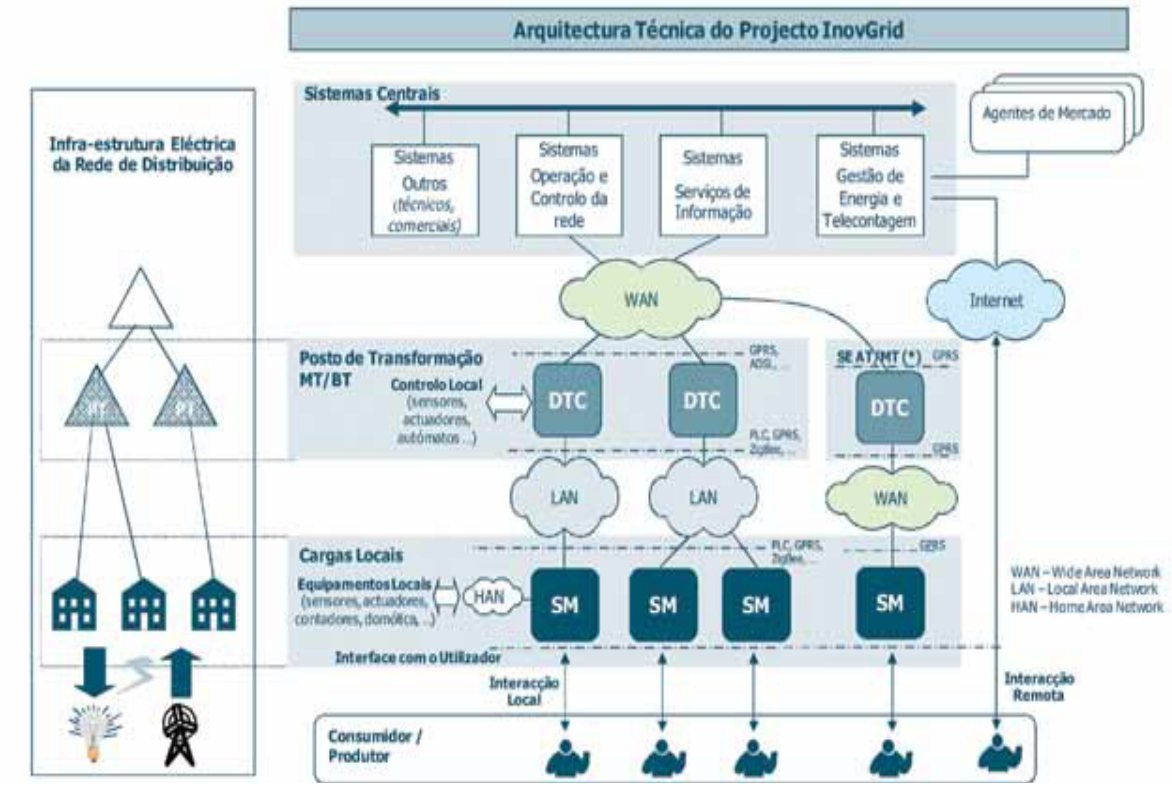


Figura 3.54 – Arquitectura da *smart grid* da EDP – InovGrid [69]

4. Mobi.e – O Programa de Mobilidade Eléctrica em Portugal

O Projecto Mobi.e foi criado com objectivos específicos de introduzir e massificar a utilização de VEs, desenvolvendo uma rede de carregamentos universal para VEs em diferentes espaços, desde a via pública, parques de estacionamento, estações de serviços, habitações particulares, condomínios entre outros, com o intuito de reduzir a emissão de gases poluentes, de melhorar a eficiência energética aproveitando de uma forma mais racional e eficiente as energias renováveis. Este programa também pretende criar novas oportunidade de negócio para as empresas portuguesas e captação de investimento estrangeiro, sendo que neste programa estão envolvidas 50 empresas, 5 universidades e 25 municípios [15].

Com a implementação da rede de carregamento foram criados 1350 postos de abastecimento, 1300 de carregamento normal e 50 de carregamento rápido, estando estes distribuídos por 25 municípios distribuídos conforme o mapa da Figura 4.1. A entidade gestora desta rede é da responsabilidade da EDP Distribuição [68] e do Inteli [69] (SGORME).

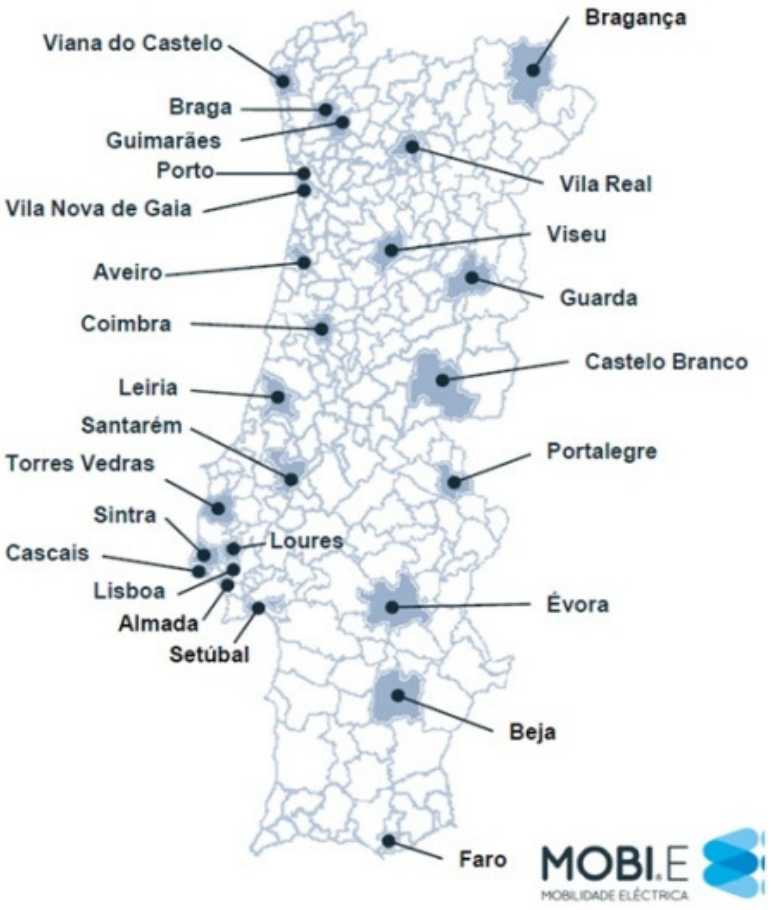


Figura 4.1 – Rede *Livind Lab* Rener (Rede Piloto Mobi.e)

Esta rede de carregamento abrange todo o território nacional (continental) acessível ao utilizador e compatível com todas as marcas de VEs comercializados no país e aberta a todos os operadores de venda de energia. Com a criação desta infra-estrutura, Portugal também pretende criar as condições para que funcione como um laboratório de experimentação, possibilitando aos fabricantes de VEs testar os seus veículos em condições reais.

Actualmente a implementação da rede piloto já se encontra concluída, estando previstas mais duas fases, nomeadamente a fase de crescimento que permitirá consolidar as soluções adoptadas e a fase de consolidação que terá início quando a procura de VEs permitir a sustentabilidade do sistema.

Portugal foi o primeiro país a nível mundial a possuir uma rede deste tipo em todo o seu território e é líder na criação de tecnologia associada à ME, sendo que esta área se relaciona com o aproveitamento das energias renováveis, na qual Portugal também é líder mundial.

O aproveitamento das energias renováveis consiste em efectuar carregamentos lentos das baterias dos VEs durante a noite, ou seja, nas horas de vazio para evitar que se desperdice a energia produzida nesse período, e carregamentos rápidos durante o dia, no caso do utilizador o necessitar.

O acesso ao abastecimento nesta rede efectua-se através de um cartão pré-pago (CHARG.E), que dá acesso aos pontos de abastecimento, sendo cobrado o valor do carregamento e o serviço. Após o fim da fase piloto, os vários fornecedores de electricidade a esta rede disponibilizarão o tipo de cartões que entenderem (pré-pagos ou pós-pagos). Nesta fase inicial, nomeadamente nos pontos disponíveis em algumas estações de serviço das auto-estradas o serviço e o carregamento ainda são gratuitos.

Porém, a rede Mobi.e não é a única possibilidade para se proceder a carregamento do VEs, estando já disponíveis outras tipologias para o poder fazer e que se descreverão no ponto seguinte.

4.1 Rede de carregamento

O carregamento das baterias de um VE implica alguns cuidados e especificidades técnicas, pois este procedimento pode solicitar à rede uma corrente elevada durante um período de tempo que pode variar entre as 5 e as 7 horas, sendo um esforço considerável por exemplo para uma instalação doméstica. Em termos de segurança também são necessários alguns cuidados, uma vez que um carregamento pode ser efectuado numa zona de acesso

humano não controlado, o que pode ser perigoso no caso de falha na instalação eléctrica do VE, representando perigo de electrocussão por contactos indirectos. A instalação eléctrica que alimenta o VE também deve ser verificada com regularidade para limitar o risco de falha cumprindo as regras técnicas impostas pala regulamentação.

4.1.1 Modos de carregamento

As condições necessárias para se efectuar um carregamento [70] e a forma de o efectuar encontram-se definidas na Norma EN/NP 61851 – Sistema de carga condutiva para veículos eléctricos (2003) e revista em Dezembro de 2010. Esta Norma define 4 modos de carregamento, nomeadamente:

a) Modo 1 – consiste na ligação do VE à rede eléctrica utilizando tomadas normalizadas de corrente até 16 A (tomadas do tipo *Shüco* ou industrias da Norma EN60309), em que do lado da rede de alimentação pode ser monofásica ou trifásica, com condutores de fase, de neutro e de terra de protecção, Figura 4.2. A utilização deste modo de carregamento também obriga à instalação de um dispositivo de corrente residual (RCD), vulgo disjuntor diferencial, no lado da rede de alimentação, Figura 4.3. Deve ainda existir uma protecção adicional obrigatória de um RCD de elevada sensibilidade (In<=30mA) que deve ser fornecido como parte do equipamento de alimentação condutiva do VE para sistemas com ligação à terra. Este sistema pode estar integrado no cabo e em caso de falha na instalação do VE, em que o chassis fique com tensão o diferencial abre o circuito terminando a alimentação ao VE, evitando assim o risco de electrocussão por contacto uma vez que o VE se encontra isolado da terra pelas rodas.

Figura 4.2 – Cabo utilizado para o carregamento Modo 1

Figura 4.3 – Cabo utilizado para o carregamento com RCD

O tipo de cabo apresentado na figura 4.2, não permite a que o carregamento seja efectuado quando a tomada não tem terra, pois as condições de segurança não são garantidas para veículos de isolamento simples.

b) Modo 2 – consiste na ligação do VE á rede de abastecimento de corrente alternada, utilizando tomadas monofásica ou trifásicas em que têm disponível a fase, o neutro, a terra de protecção e um condutor do sinal de "piloto controlo" entre o VE e a caixa de controlo. Neste modo a relé, o RCD e o diferencial de In<30mA estão instalados na caixa de controlo do cabo. Esta caixa encontra-se instalada numa das extremidades do cabo de ligação, de onde sai uma ficha normalizada para ligação à rede eléctrica. Na outra extremidade do cabo existe um conector "*Mennekes*" [71] Modo 3 para ligar o VE ao sistema de carregamento (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Cabo com RCD e conectores "*Mennekes*" Tipo 2

c) Modo 3 – este modo foi desenvolvido especificamente para VEs, permitindo o carregamento em corrente alternada e tem como objectivo aumentar a segurança no processo de carregamento de um VE e reduzir os riscos de erros de manipulação e de defeitos no isolamento eléctrico no VE, cabo de ligação ou tomada de fornecimento. As componentes fundamentais deste Modo são:

   i. Tomadas e fichas de fornecimento dedicadas para VE que incluem condutores de energia, fases e neutro, terra de protecção, condutor de sinal de "piloto de controlo" e sensor de inserção de ficha na tomada. As tomadas também estão equipadas com um mecanismo de encravamento, após a inserção.

      As tomadas e as fichas de fornecimento estão definidas na Norma IEC62196 (a aguardar publicação). Esta Norma descreve três opções (Figura 4.4, Figura 4.5 e Figura 4.6), o tipo1 (*Yazaki*) que está a ser utilizada principalmente no Japão e nos Estados Unidos e também nos fabricantes *Citroën e Peugeot* [72]. Tem 5 pinos (fase, neutro, terra, detector de inserção e piloto de controlo).

Figura 4.5 – Tomada Tipo 1 ou *Yazaki* – Conector SAE J1772

Figura 4.6 – Tomadas "*Scame*" para Modo 3

Os conectores tipo 2 (figura 4.3) foram os escolhidos pelos fabricantes europeus e também estão a ser usada em vários países europeus. Estes conectores também são conhecidos por "*Mennekes*" [71], são trifásicos até 44 kW (63 A/ fase), estão a ser usados no *Smart* e na *Renault* e tem 7 pinos (3 fases, neutro, terra, detector de inserção e piloto de controlo).

O conjunto tomada / ficha do tipo 3, também chamada de "*Scame*", é proposta para a Europa, é trifásica até 22 kW (32 A/ fase) e também apresenta 7 pinos como as do tipo 2.

ii. Relé de corte de alimentação controlado pelo sistema electrónico que permite o corte da alimentação quando o RCD o indicar;

iii. Sistema electrónico associado à tomada de fornecimento que é controlado pelo condutor de "piloto de controlo", que estabelece continuamente uma pequena corrente entre a tomada de fornecimento e o veículo, permitido assim que seja monitorizado as condições de isolamento das partes em tensão durante o processo de carregamento. O RCD também permite, através do condutor de "controlo de piloto", limitar a corrente fornecida pela rede de alimentação ao VE, em função das condições da tomada de fornecimento e das condições da instalação eléctrica a montante. No caso de alguma destas condições falhar, o RCD não permite o carregamento.

d) Modo 4 – é o modo por carregamento indirecto. Um carregador externo fornece corrente directamente para a bateria do veículo, fazendo *bypass* do carregador de bordo. Este modo é utilizado nos carregamentos rápidos em DC. A norma em utilização para este modo de carregamento pertence a uma associação Japonesa ("*Chademo*") [73] e é a que será usada em Portugal nos pontos de carregamento rápido, Figura 4.7.

Figura 4.7 – Conjunto Ficha / Tomada para carregamento rápido DC

Dos modos descritos, constata-se que o Modo 3 é o que é considerado mais adequado para o carregamento de VEs, pelos construtores e pela indústria eléctrica, em função das vantagens que apresenta, da facilidade de utilização e de segurança, estando em desenvolvimento a sua normalização permitindo assim que o custo diminua.

O tempo de carregamento também é um factor determinante uma vez que os VEs ainda apresentam algumas limitações na recepção de potência devido às limitações que as baterias ainda apresentam e também sem esquecer as características das tomadas que também limitam a velocidade máxima de carregamento.

As baterias, com carga a 100%, têm uma capacidade de cerca de 20 kWh, sendo que os VEs apresentam uma capacidade de cerca de 3 kW, num carregamento normal, através da rede eléctrica com uma alimentação de 230 Volts AC. No entanto, a velocidade de carregamento pode aumentar, para tal, aumenta-se a potência até 22 kW, 43 kW e até mais, podendo usar um carregador monofásico ou trifásico (400 Volts AC). Utilizando um carregador externo e o Modo 4 de carregamento podemos chegar aos 50 kW em corrente contínua. Na Tabela 4.1 apresentam-se as várias possibilidades de carregamento e o tempo de carregamento correspondente.

As limitações que influenciam os tempos de carregamento anteriormente referidos variam de VE para VE, pois teremos que ter em consideração as especificações de cada fabricante.

Fonte de alimentação	Potência (kW)	Tensão (V)	Tipo	Intensidade (A)	Tempo de carregamento
Monofásico	3,3	230	AC	16	6-8 Horas
Monofásico	7	230	AC	32	3-4 Horas
Trifásico	10	400	AC	16	2-3 Horas
Trifásico	24	400	AC	32	1-2 Horas
Trifásico	43	400	AC	63	20 – 30 min.
	50	400-500	DC externo	100-125	20 – 30 min.

Tabela 4.1 – Tempos de carregamento

4.1.2 Pontos de carregamento públicos

Os pontos de carregamento públicos dividem-se em dois grupos, os pontos de carregamento lento e os pontos de carregamento rápido.

Os pontos de carregamento lento, Figura 4.8, foram instalados em Portugal no âmbito do desenvolvimento da rede Mobi.e. A fase piloto contemplou 1300 pontos, que se foram instalados nos 25 Municípios aderentes. Estes pontos não têm suscitados procura uma vez que as localizações escolhidas não serão as mais adequadas tendo em conta que o período de carga pode variar entre as 6 e as 8 horas. Estes pontos foram desenvolvidos pela Efacec, sendo que a Siemens também tem desenvolvido soluções para esta área.

Os pontos de carregamento rápido [65] [66], que permitem carregamento em 20 a 30 minutos, actualmente, ainda existe um número reduzido, pois a fase piloto da rede Mobi.e só previu a instalação de 50 pontos, mas a tendência é que o número destes pontos aumente consideravelmente, pois será uma forma dos cidadãos reforçarem a sua confiança nos VEs e são determinantes para a melhoria da versatilidade dos VEs como meio de transporte, uma vez que os utilizadores, em situações de necessidade esporádica não estão dispostos a sujeitarem-se a carregamentos lentos.

A criação da Associação *CHAdeMO*, com sede no Japão, que integra várias empresas de referência no desenvolvimento de tecnologia para VEs, incluindo os fabricantes como a *Nissan, a Peugeot, a Citroën, a Mitsubishi, a Toyota*, entre outros, tem como objectivo definir um formato padrão para as redes de carregamento rápido.

A EFACEC é pioneira no desenvolvimento de carregadores rápidos para VEs a nível mundial, certificados pela *CHAdeMO*, Figuras 4.9 e 4.10. Esta certificação permitiu-lhe que fosse a empresa escolhida para fornecer os carregadores que suportaram o lançamento do *Nissan Leaf* na Europa e que também equiparam o Centro Técnico da *Nissan* no Reino Unido.

A EFACEC também foi o fabricante de carregadores rápidos, seleccionado pela *350 Green*, operador de mobilidade eléctrica dos EUA, para fornecer 900 pontos de carregamento rápido até 2014, sendo que este projecto de mobilidade eléctrica é o maior a nível mundial actualmente. Nestas circunstâncias, a EFACEC passou a ser o maior fabricante de carregadores rápidos a nível mundial. Este projecto também prevê o alagamento ao fornecimento de pontos de carregamento normal e à gestão técnica da rede eléctrica.

Figura 4.8 – Ponto de carregamento lento

Figura 4.9 – Ponto de carregamento Rápido

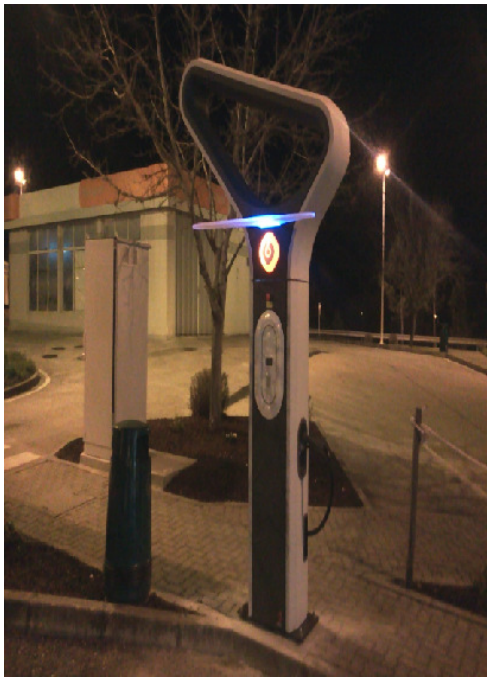


Figura 4.10 – Ponto de carregamento Rápido

4.1.3 Pontos de carregamento particulares

Para além da rede de carregamento Mobi.e, também foram regulamentados os pontos de carregamento de VEs em edifícios de acesso privativo e condomínios [74] [75], estando definidas as normas técnicas e de segurança que estas instalações eléctricas devem cumprir dando assim cumprimento ao previsto no regime da mobilidade eléctrica [16].

Estes pontos de carregamento devem assegurar, respeitando as especificações dos fabricantes de VEs, a carga em Modo 3 para VEs de quatro rodas em que a potência de carregamento seja superior a 2,5 kW, utilizando equipamento adequado que garanta as condições de protecção e controlo. Para VEs de duas, três ou quatro rodas que necessitem uma potência de carregamento inferior a 2,5 kW deve ser garantido o carregamento em Modo1.

Nesta tipologia de carregamento em edifícios particulares e condomínios a responsabilidade pela instalação e pela sua manutenção é do operador licenciado ou do detentor do espaço com a condição da mesma ser efectuada por um técnico autorizado e os requisitos técnicos aplicáveis sejam respeitados, desde o cumprimento das condições técnicas e de segurança, à conformidade dos equipamentos com as normas aplicáveis e a realização das inspecções inicial e periódicas de forma a verificar e garantir as condições anteriores.

Na construção de prédios novos ou na sua reconstrução, se vigorar o regime de propriedade horizontal, a partir de 01 de Julho de 2010, devem incluir obrigatoriamente uma pré-instalação de uma tomada eléctrica por cada lugar de estacionamento. Nos prédios antigos, os condóminos que pretendam efectuar a instalação de uma tomada de carregamento de VEs no seu lugar de garagem pode fazê-lo, só sendo possível impedi-lo se a Assembleia de Condóminos manifestar a sua oposição expressa, com uma maioria de dois terços e dentro dos prazos legais, caso contrário a aprovação será tácita.

A tipologia da instalação eléctrica para os pontos de carregamento particulares pode ter várias configurações pelo que após a definição da potência a instalar, da definição da forma de medição e da concordância ou restrições impostas pala Assembleia de Condóminos, o utilizador pode optar por uma das seguintes configurações:

1. A ligação do ponto de carregamento a uma instalação eléctrica de utilização que não de serviços comuns, existindo um troço de ligação entre a fracção autónoma e o lugar de garagem correspondente à fracção passando o troço de ligação nas partes comuns. Esta opção evita que se pague mais um contrato ao distribuidor de energia eléctrica. Esta opção pode obrigar a que seja alterado contrato com o distribuidor, sendo necessário o aumento do valor da potência contratada.
2. A ligação do ponto de carregamento a uma instalação eléctrica de utilização que não de serviços comuns pode estar disponibilizada no local de garagem, sem

necessidade da existência de troços nas partes comuns, uma vez que pode ser instalada no piso das garagens a coluna montante e a respectiva caixa de coluna em cada fracção. Desta forma cada lugar de garagem terá o seu ponto de carregamento e respectivo contador. Esta opção implica um novo contrato do proprietário com o distribuidor de energia eléctrica e consequentemente o pagamento de mais uma factura.

3. Outra configuração consiste na disponibilização de uma instalação comum e pertencente ao condomínio, ligado à instalação eléctrica de utilização de serviços comuns e alimentada por um quadro de serviços comuns. Nesta situação, é instalado um contador para medir os consumos sendo disponibilizada uma tomada de carregamento em cada lugar de garagem. Pode ser colocado um contador adicional em cada lugar de garagem para medir os consumos individuais de cada condómino de forma a contribuir para o pagamento da factura final de uma forma justa, em função da energia consumida. Nas Figura 4.11 e 4.12 mostram-se os pontos de carregamento particulares.

Figura 4.11 – Ponto de carregamento particular [65]

Figura 4.12 – Ponto de carregamento particular em garagem colectiva

4.1.4 Pontos de carregamento sem fios

Para além dos modos e das tipologias descritas anteriormente já existem outras possibilidades em estudo e em fase de desenvolvimento que no futuro poderão constituir uma alternativa prática, de fácil utilização, compatível com qualquer VE, acessível a qualquer utilizador [76] [77]. É assim o recarregamento das baterias dos VEs sem fios, também conhecido por "*Plugless Power*". Este sistema consiste em aproximar o VE do ponto de carregamento e esperar que ele carregue, isto depois da autenticação do utente no sistema e do respectivo pagamento.

No entanto este sistema ainda apresenta algumas limitações, principalmente na sua eficiência, pois a transmissão sem fios é cerca de 60% a 80% menos eficiente que através de cabo, no entanto, é um sistema seguro, fiável e simples. Actualmente a *Evatran* já anunciou a produção em série do mesmo.

Os VEs *Nissan Leaf* [78] e o *Chevrolet Volt* já utilizam esta tecnologia e está previsto que outras marcas o façam brevemente.

O *Plugless Power*, Figura 4.13, é sistema de carregamento que utiliza o conceito de transferência de potência indutivo, em que através de um campo magnético é transferido do enrolamento primário que se encontra instalado no bloco que se encontra no solo, para o enrolamento secundário, que se encontra instalado na parte inferior do veículo, criando assim uma tensão induzida nesta bobine. Após a rectificação da corrente são alimentadas as baterias. Só as bobines compatíveis podem efectuar esta transferência de energia, garantindo assim a segurança do sistema e possíveis problemas que pudessem ocorrer por contactos indirectos.

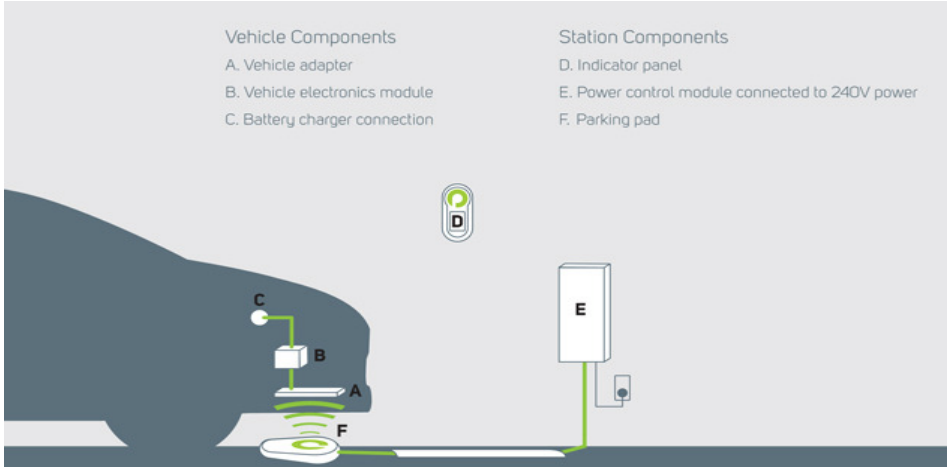


Figura 4.13 – Sistema de carregamento *Plugless Power*

Com a aproximação do VE ao bloco de carregamento, o sistema reconhece o veículo e orienta o condutor no estacionamento através do módulo de controlo. Após o estacionamento do veículo sobre a almofada de carregamento, o sistema comunica com o VE (baseado no protocolo J1772 SAE no sistema sem fios), e inicia automaticamente o carregamento (após pagamento). Existe um painel de informação que informa o utente do estado do carregamento, desligando-se quando as baterias atingem a carga máxima. O carregamento pode ser interrompido antes da carga estar completa.

A *Audi*, em parceria com outras empresas, também está a desenvolver um sistema semelhante para equipar ou seus modelos *e-tron*, facilitando assim a sua utilização e permitindo poupar tempo no recarregamento, Figura 4.14. O desempenho desta tecnologia está dependente da qualidade e capacidade dos componentes electrónicos que serão integrados nas bobines do sistema.

Figura 4.14 – Sistema de carregamento sem fios desenvolvido pela *Audi* para modelos *e-tron*

4.1.5 Pontos de carregamento móveis e de emergência

Para além das várias possibilidades e formas de carregamento existentes e descritas anteriormente, também foi desenvolvida pela empresa *Club Assist*, um sistema de carregamento móvel e para utilizar nas situações de emergência [30]. Na eventualidade de um VE ficar com as baterias sem carga, por exemplo numa auto-estrada ou distante de um ponto de carregamento, em vez de rebocar o veículo até um ponto de carregamento fixo, pode-se optar por carregar o veículo no local. Numa situação deste tipo serão carregadas as baterias com a energia necessária para o VE se deslocar pelos próprios meios até a um ponto de carregamento fixo da rede ou particular. Nas auto-estradas, este equipamento será propriedade das concessionárias e consiste num pequeno reboque que pode ser atrelado aos veículos afectos à manutenção e assistência, Figura 4.15.

Este sistema tem a capacidade de gerar cerca de 5kW de potência o que é suficiente para carregar a maior parte dos VEs que já se encontram em circulação. O sistema é constituído por baterias de iões de lítio e uma ligação DC/DC utilizando o protocolo *CHAdeMO* [73], podendo transferir para o VE, em cerca de 10 minutos a carga necessária para vários quilómetros de forma a poder chegar a casa ou a um ponto de carregamento evitando assim uma forte penalização (monetária e penal) ao condutor se porventura lhe acontecer uma situação deste tipo.

A *Nissan* também já tem em fase de desenvolvimento muito avançado um projecto do género que consiste num veículo equipado e com capacidade para carregar VEs facilmente e em qualquer lugar, deslocando-se ao local, Figura 4.16.

O projecto da *Nissan* está em desenvolvimento no Japão, para depois poder ser implementado em todo o mundo. Desta forma cria-se um clima de confiança dos cidadãos nos VEs, com a garantia de terem assistência e os problemas resolvidos de uma forma rápida.

Figura 4.15 – Ponto de carregamento móvel

Figura 4.16 – Veículo para carregamentos móveis em desenvolvimento pela *Nissan*

5. Caso de Estudo – Rede Mobi.e em Portugal

As 25 cidades portuguesas que aderiram ao Programa Nacional de Mobilidade Eléctrica e permitiram a instalação da rede de carregamento de VEs, ou seja, o projecto Mobi.e [69] [88], constituem o *Living Lab* RENER – Rede de Inovação Urbana, que consiste num espaço de testes e ensaios em contexto real, para a introdução dos VEs. Este projecto engloba o desenvolvimento das infra-estruturas de carregamento e do sistema de informação e gestão. Estes sistemas terão aplicação não só em Portugal, mas também noutros países europeus. A Noruega já contratou a Mobi.e para a instalação deste sistema, encontrando-se em fase de implementação. O desenvolvimento das *Smart grid´s* com a integração dos VEs permite a gestão de uma forma inteligente e eficiente da distribuição e da produção da energia eléctrica, nomeadamente através das energias renováveis. Já se pensa em alargar este conceito a outros sectores criando assim uma rede de cidades inteligentes.

A entidade gestora dos pontos de carregamento [86], através do seu sistema de gestão e monitorização tem disponível em tempo real e de uma forma centralizada, para além da identificação do posto de carregamento e da sua localização, a energia fornecida nos carregamentos de VEs, o número de veículos abastecidos, o histórico dos carregamentos, o fornecedor de energia, entre outros dados.

Figura 5.1 – Informação sobre Posto de Abastecimento

5.1 Rede Mobi.e em Vila Real

O Plano Municipal de Mobilidade Eléctrica (PMME) [85] [87] de Vila Real encontra-se estruturado em 3 fases. A primeira fase foi denominada Fase Piloto e consistiu na instalação de 11 pontos de carregamento normal (lento) em 6 locais diferentes e estratégicos da cidade, no período de 2010-2012. Esta infra-estrutura integra a Rede Mobi.e e para além de permitir a carregamento de VEs também permite os testes e ensaios de novas soluções de gestão da rede e recolha de dados em contexto real, integrando o *Living Lab* RENER. Os dados referentes ao PMME foram disponibilizados pela Câmara Municipal de Vila Real [85], e apresentam-se nas Figura 5.2 e 5.3. As Figura 5.4 a 5.4 foram recolhidas nos locais indicados.

PLANO MUNICIPAL PARA A MOBILIDADE ELÉCTRICA

MUNICIPAL PLAN FOR ELECTRIC MOBILITY

MOBI.E

VILA REAL
2010-12

Rede piloto de pontos de carregamento 2010-12
Pilot network of charge points 2010-12

Localidade/Freguesia/Zona	Código	Área de Carregamento		P.C.L.	2 Rodas
VILA REAL (Nossa Senhora da Conceição)	VR-001	Nome	Praça de Nossa Sr.ª Conceição	2	2
		Endereço	Nossa Senhora da Conceição		
		GPS	N 41 18.306, W 7 44.595		
VILA REAL (São Dinis)	VR-002	Nome	Avenida Carvalho Araújo	2	0
		Endereço	Avenida Carvalho Araújo		
		GPS	N 41 17.769, W 7 44.762		
VILA REAL (São Pedro)	VR-003	Nome	Pioledo	2	0
		Endereço	Largo do Pioledo		
		GPS	N 41 18.001, W 7 44.643		
VILA REAL (São Pedro)	VR-004	Nome	Parque de Estacionamento da Rotunda da VIC	2	0
		Endereço	Avenida da Universidade		
		GPS	N 41 17.649, W 7 44.120		
VILA REAL (Nossa Senhora da Conceição)	VR-005	Nome	Escola Diogo Cão	1	0
		Endereço	Rua Dr. Manuel Cardona		
		GPS	N 41 18.149, W 7 44.355		
VILA REAL (São Dinis)	VR-006	Nome	Escola Secundária Camilo Castelo Branco	2	2
		Endereço	Rua Irmã Virtudes		
		GPS	N 41 17.678, W 7 44.810		

Figura 5.2 – Localização dos Pontos de Abastecimento na Fase Piloto

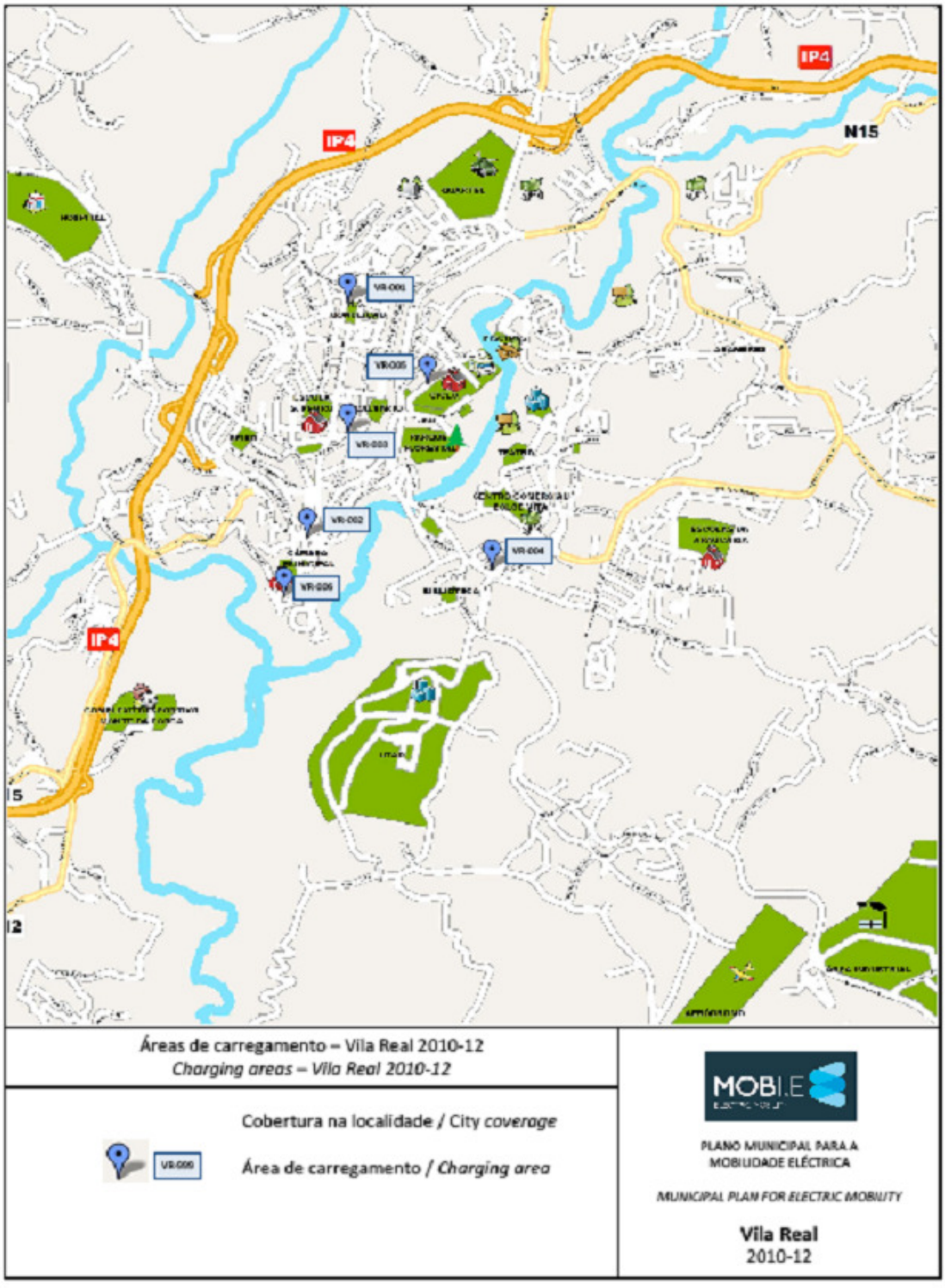


Figura 5.3 – Mapa da localização dos Pontos de Abastecimento na Fase Piloto

Figura 5.4 – VR001 (Largo N.ª S.rª da Conceição)

Figura 5.5 – VR002 (Av. Carvalho Araújo)

Figura 5.6 – VR003 (Largo do Pioledo)

Figura 5.7 – VR004 (Parque Est. Rotunda VIC)

Figura 5.8 – VR005 (Escola Diogo Cão)

Figura 5.9 – VR006 (Antigo Liceu)

Fotos recolhidas pessoalmente no local.

A segunda fase consiste na Fase de Crescimento, estando previsto o seu desenvolvimento no triénio 2012-2015, e consiste no alargamento da infra-estrutura de carregamento, instalando mais 34 pontos de carregamento normal e um ponto de carregamento rápido. A instalação destes novos pontos está prevista para locais estratégicos, nomeadamente Hospital, Centro Comercial *Dolce Vita*, zona industrial, parques de estacionamento da cidade entre outros. Esta fase também contempla a possibilidade de instalação de pontos de carregamento de iniciativa privada, abrangendo os parques de estacionamento dos hipermercados da cidade, o parque de campismo e o parque de estacionamento da Praça do Município, Figuras 5.10 a 5.12.

PLANO MUNICIPAL PARA A MOBILIDADE ELÉCTRICA

MUNICIPAL PLAN FOR ELECTRIC MOBILITY

MOBI.E

VILA REAL
2010-15

Rede de áreas de carregamento 2010-15
Charging areas network 2010-15

Localidade/Freguesia/Zona	Código	Área de Carregamento	P.C.L.	P.C.R.
Vila Real			**34**	**1**
	VR-001	Praça de Nossa Senhora da Conceição	2	0
	VR-002	Avenida Carvalho Araújo	4	1
	VR-003	Pioledo	2	0
	VR-004	Parque de Estacionamento (Rotunda da VIC)	3	0
	VR-005	Rua Dr. Manuel Cardona	2	0
	VR-006	Rua Irmã Virtudes (Liceu)	2	0
	VR-007	Escolas da Araucária	1	0
	VR-008	Hospital (Lordelo)	2	0
	VR-009	Praça João Evangelista (Selxo)	2	0
	VR-010	Centro Comercial Dolce Vita	2	0
	VR-011	Largo Henrique Botelho	2	0
	VR-012	Parque de Estacionamento da Biblioteca	2	0
	VR-013	Quinta do Entroncamento	2	0
	VR-014	Rua Teixeira Melo e Castro	1	0
	VR-015	Avenida Almeida Lucena	2	0
	VR-016	Torres das Flores	2	0
	VR-017	Zona Industrial	1	0

Figura 5.10 – Localização dos Pontos de Abastecimento na Fase de Crescimento

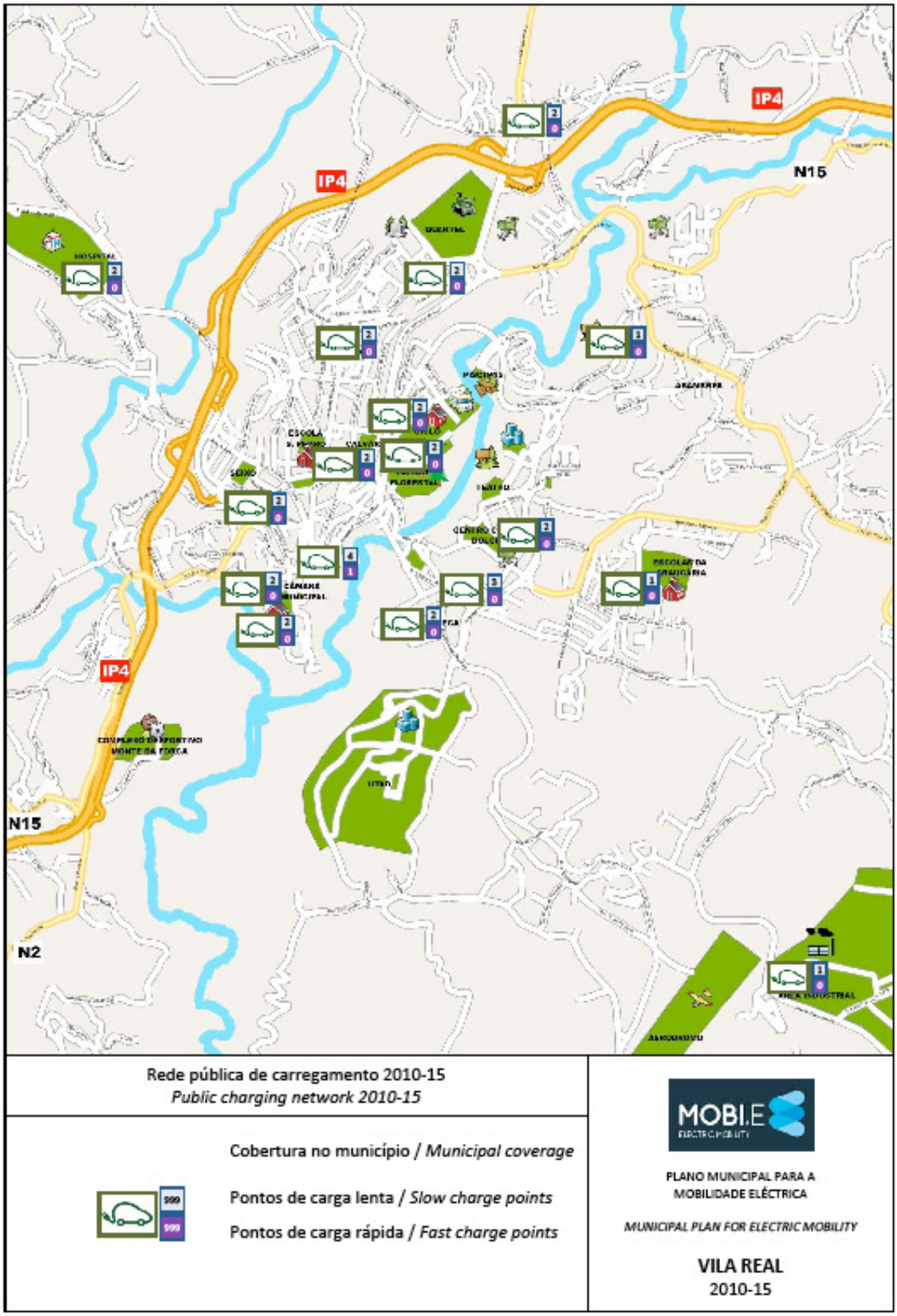
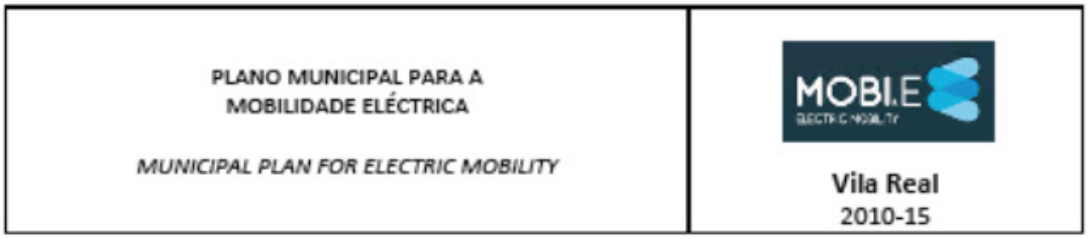


Figura 5.11 – Mapa da localização dos Pontos de Abastecimento na Fase de Crescimento



Potenciais áreas de carregamento de iniciativa privada
Potential charging areas of private initiative

Localidade/Freguesia/Zona	Código	Designação
Vila Real	VR-p01	Centro Comercial "Dolce Vita Douro"
Vila Real	VR-p02	Complexo do Seixo (Parque de Estacionamento)
Vila Real	VR-p03	Parque de Estacionamento da Praça do Município
Vila Real	VR-p04	Intermarché
Vila Real	VR-p05	Continente
Vila Real	VR-p06	Lidl
Vila Real	VR-p07	Parque de Campismo

Figura 5.12 – Localização Prevista dos Pontos de Abastecimento de iniciativa privada

A terceira fase ou também denominada Fase de Consolidação não se encontra definida no tempo e o seu início está dependente da procura de VEs e do seu número de forma a tornar o sistema sustentável. Também está previsto para esta fase a introdução da possibilidade de poder efectuar carregamentos bidireccionais.

No entanto, a realidade e a conjectura económica actual permite constatar, que no caso de Vila Real a utilização dos pontos de carregamento é praticamente nula, pelo reduzido número de VEs a circular, dados fornecidos pela Câmara Municipal. Esta também é uma situação que também se verificas nos restantes Municípios aderentes ao projecto, pelo que se torna necessário efectuar alguns ajustamentos ao mesmo.

A rede RENER encontra-se "abandonada" e os locais de estacionamento reservados para os VEs procederem ao carregamento são ocupados indiscriminadamente por outros veículos como se pode constatar nas fotos (5.04 a 5.08).

Do estudo efectuado, pode-se concluir que os utilizadores de VEs e os potenciais utilizadores preferem utilizar pontos de carregamentos particulares instalados nas próprias garagens, recorrendo apenas aos pontos de carregamento públicos em casos de deslocações

para distâncias em que a autonomia do veículo não seja suficiente ou em situações imprevistas. Acresce a este facto, a tipologia dos pontos de carregamento, pois são de carregamento lento e consequentemente ninguém quer esperar 6 a 8 horas pelo carregamento do veículo. A necessidade de durante o período de carregamento deixar os cabos na rua, principalmente durante a noite, propicia e facilita o seu roubo.

Estes problemas podem ser superados ou pelo menos atenuados. Para tal devem-se instalar mais pontos de carregamento rápido em vez de pontos de carregamento lento, o que permitirá que cada carregamento demore 20 a 30 minutos. A localização dos pontos de carregamento também deve ter uma maior concentração perto das instituições que tem muita procura de utentes e/ou um grande número de trabalhadores, no caso de Vila Real, o Hospital, a Universidade, a Câmara Municipal, as zonas comerciais. A localização perto do local de trabalho ou mesmo no local de trabalho de pontos de carregamento também será de grande utilidade, principalmente quando entrarem em funcionamento os carregamentos bidireccionais e consequente possibilidade de vender parte da energia armazenada nas baterias durante as horas de ponta.

Acreditando que esta situação actual é perfeitamente reversível, uma vez que a maior parte da população não conhece a realidade e o nível de desenvolvimento que os VEs apresentam, decidiu-se realizar dois inquéritos. O primeiro para potenciais utilizadores de VEs, dando-lhe a conhecer esta nova forma de mobilidade e aferir da possibilidade de poderem vir a ser utilizadores. Outro para utilizadores de VEs de forma a aferir o seu nível de satisfação com o veículo.

A informação recolhida permitirá compreender as necessidades, as dificuldades e as prioridades dos utentes, podendo assim conceber soluções/sugestões que possam melhorar o sistema.

5.2 Inquéritos e Análise de Caso

Os inquéritos tiveram como objectivo recolher informação de forma a perceber o comportamento e as percepções de potenciais utilizadores e de utilizadores de VEs podendo assim contribuir para a compreensão do que correu bem e do que correu menos bem no projecto de implementação da mobilidade eléctrica em Vila Real e em Portugal. Os questionários foram desenvolvidos através da ferramenta *Google Docs* e disponibilizados *Online*. Teve-se o cuidado de utilizar perguntas simples, directas e abrangentes de forma a

compreender o grau de conhecimento de cada inquirido sobre o tema da mobilidade eléctrica e qual a possibilidade de poderem adquirir um VE [89] [90].

No inquérito destinado a utilizadores de VEs também se solicitou a colaboração de algumas marcas que comercializam VEs e VEHs (*Nissan, Renault, Mitsubishi, Peugeot, Citroën, Toyota*) e a Mobi.e, sendo que algumas destas entidades não aceitaram divulgar o inquérito pelos seus clientes e outras nem sequer responderam (anexo F).

5.2.1 Caracterização do Inquérito para Potenciais Utilizadores

Este inquérito teve com público-alvo, indivíduos que se deslocam diariamente em veículo próprio, com o objectivo de aferir o grau de conhecimento que cada inquirido detinha sobre VEs e a possibilidade de adquirirem um. Foi utilizado o modelo de inquérito por questionário [89], tendo sido preenchido voluntariamente de uma forma anónima e confidencial.

Os inquéritos foram preenchidos entre 18 de Janeiro de 2013 e finais de Fevereiro de 2013, via *On-line*.

Responderam ao mesmo 84 indivíduos de uma forma livre, demonstrando interesse pelo tema e vontade de aprofundar conhecimentos.

O inquérito foi composto por 21 perguntas e um campo para sugestões, organizadas em quatro partes [90] [91], nomeadamente, Dados Gerais, Veículos Eléctricos, Pontos de Carregamento e Considerações Gerais.

As questões colocadas permitiam essencialmente respostas de escolha múltipla.

Na primeira parte pretendia-se obter alguns dados gerais sobre os indivíduos que responderam ao inquérito de forma a determinar o perfil do condutor, desde o género, idade, habilitações académicas, quilómetros percorridos por mês e em que meio, tipo de veículo utilizado, anos de condução. Apresentam-se os resultados nos gráficos das Figuras 5.13 a 5.20.

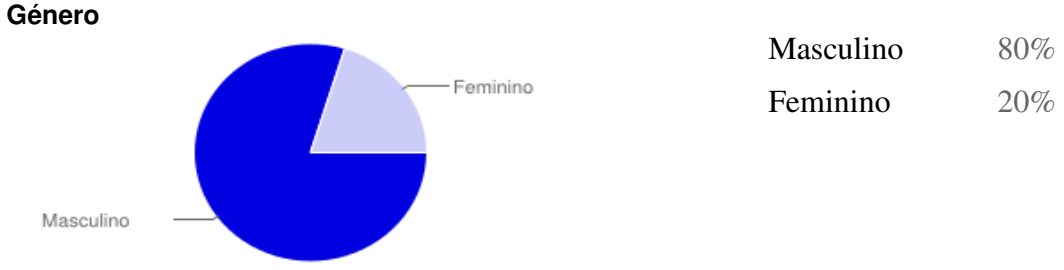
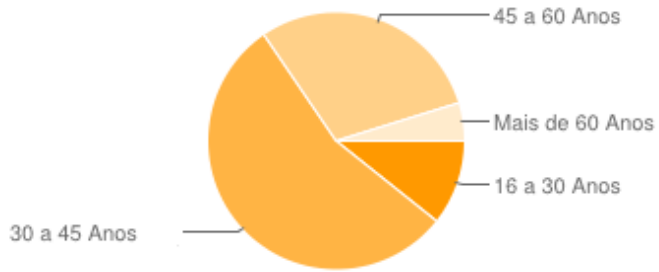


Figura 5.13 – Gráfico do Género

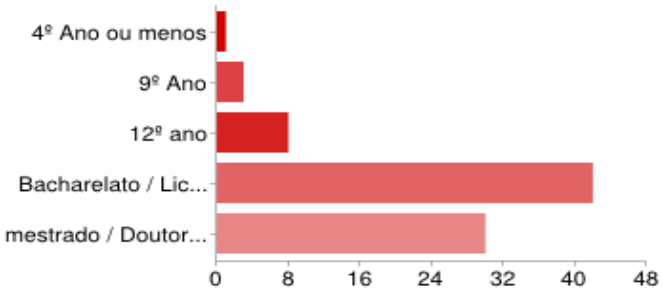
Idade



16 a 30 Anos	10%
30 a 45 Anos	55%
45 a 60 Anos	30%
Mais de 60 Anos	5%

Figura 5.14 – Gráfico da Idade

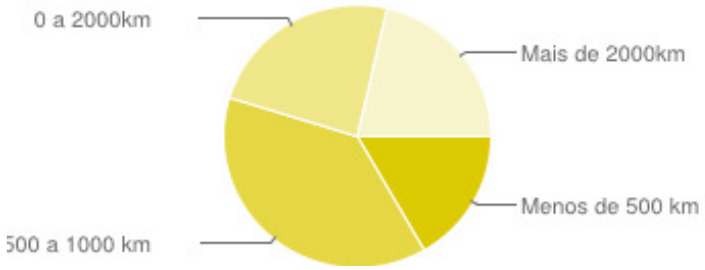
Habilitações Académicas



4º Ano ou menos	1%
9º Ano	4%
12º Ano	10%
Bacharelato / Lic.	50%
Mestrado / Dout.	35%

Figura 5.15 – Gráfico das Habilitações Académicas

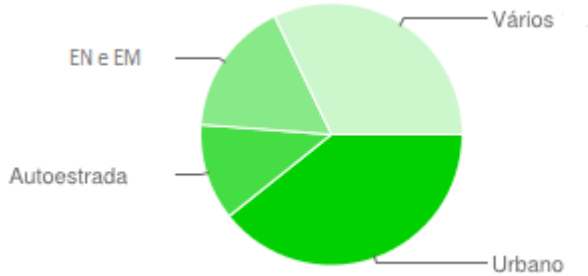
Quilómetros percorridos por mês com veículo convencional?



Menos de 500 km	17%
de 500 a 1000 km	38%
de 1000 a 2000km	24%
Mais de 2000km	21%

Figura 5.16 – Gráfico dos Quilómetros percorridos

Em que meio percorre mais quilómetros?



Urbano	39%
Auto-estrada	12%
EN e EM	17%
Vários (mais que uma das opções anteriores)	32%

Figura 5.17 – Gráfico do meio em que percorrem mais quilómetros

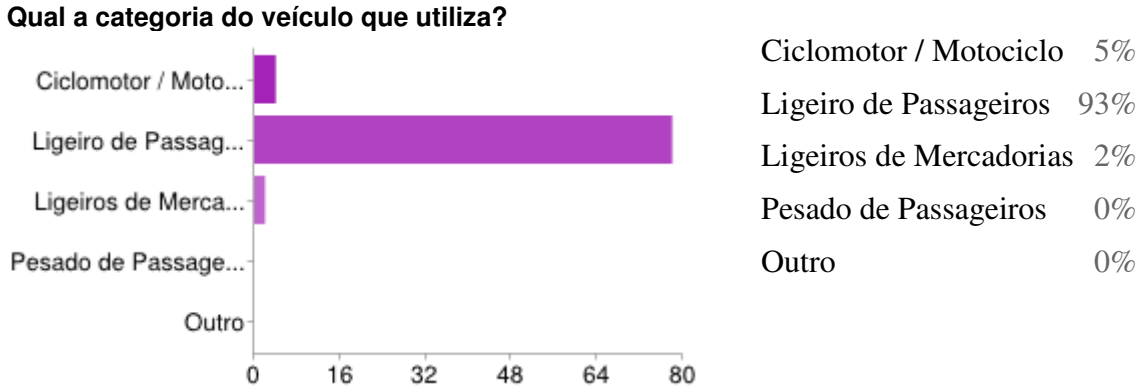


Figura 5.18 – Gráfico do veículo utilizado

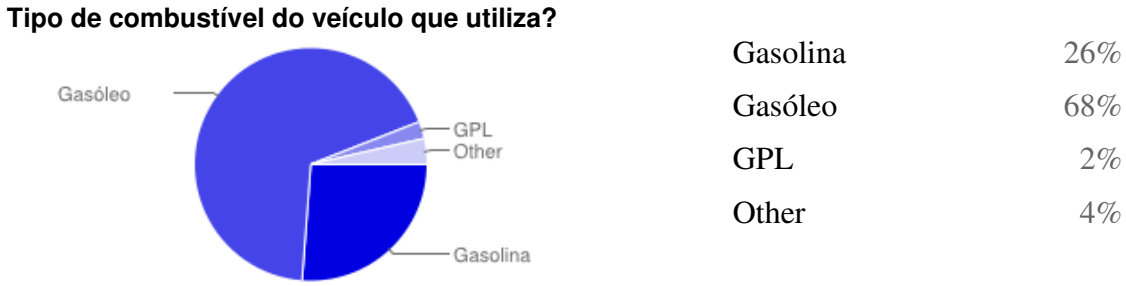


Figura 5.19 – Gráfico do combustível utilizado

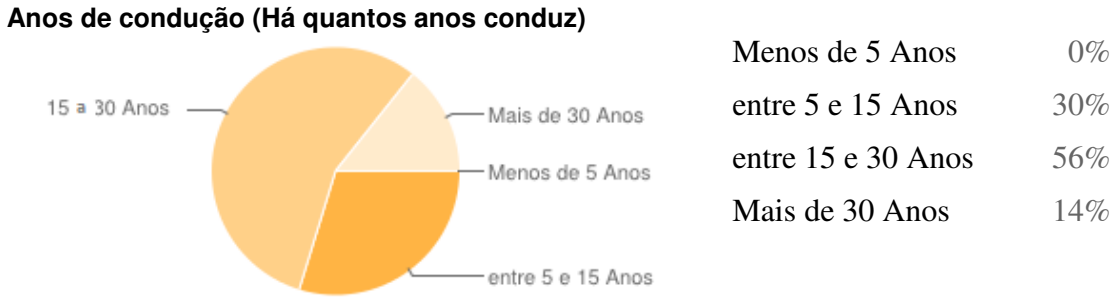
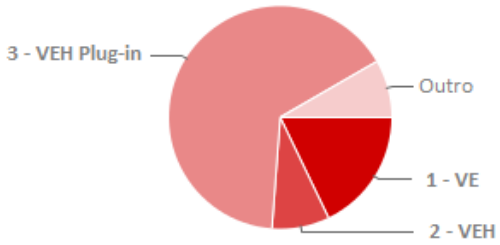


Figura 5.20 – Gráfico de experiência de condução

Da análise aos resultados da primeira parte constata-se que os homens demonstraram disponibilidade para o tema, geralmente têm formação superior, percorrem entre 500 e 2000 quilómetros por mês, em meio urbano, utilizando um veículo ligeiro de passageiros a gasóleo e são condutores há mais de 15 anos.

As questões da segunda parte tinham como objectivo perceber qual o nível de conhecimento que os participantes possuíam sobre veículos eléctricos, abrangendo a autonomia das baterias, velocidades atingidas, segurança, impostos, manutenção, ruído e disponibilidade para a aquisição de um VE. Apresentam-se os resultados nos gráficos das Figuras 5.21 a 5.28.

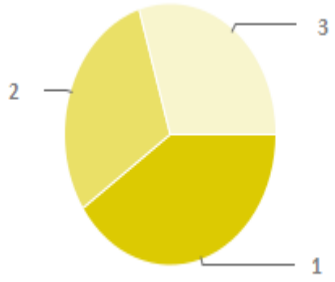
Se necessitasse de comprar um veículo novo, compraria um veículo eléctrico ou um veículo eléctrico híbrido?



1 - Veículo Eléctrico Puro	18%
2 - Veículo Eléctrico Híbrido (sem possibilidade de ligar à rede eléctrica)	8%
3 - Veículo Eléctrico Híbrido *Plug-In* (pode ser ligado à rede eléctrica)	65%
Outro	9%

Figura 5.21 – Gráfico compra de veículo novo

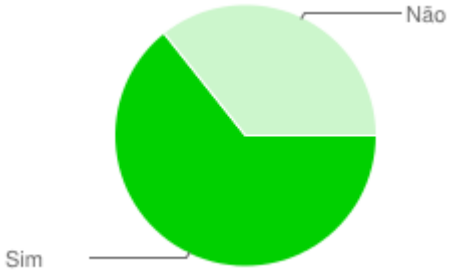
Ao responder à questão anterior:



1 - Baseou-se em informação técnica / científica sobre o assunto	40%
2 - Baseou-se em informação adquirida em conversa com amigos / comunicação social	30%
3 - Respondeu por intuição	30%

Figura 5.22 – Gráfico Fonte de informação

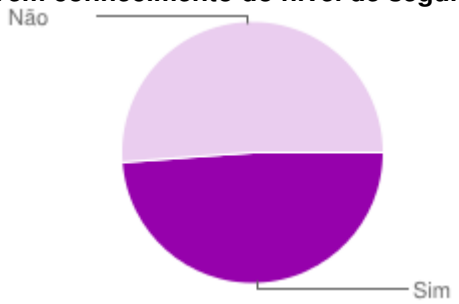
Sabe quantos quilómetros pode percorrer um veículo eléctrico com um carregamento das baterias?



Sim	64%
Não	36%

Figura 5.23 – Gráfico Quilómetros percorridos com VE

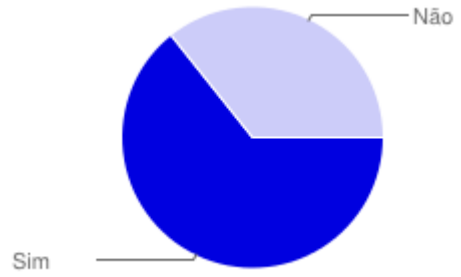
Tem conhecimento do nível de segurança dos veículos eléctricos?



Sim	49%
Não	51%

Figura 5.24 – Gráfico Segurança de VE

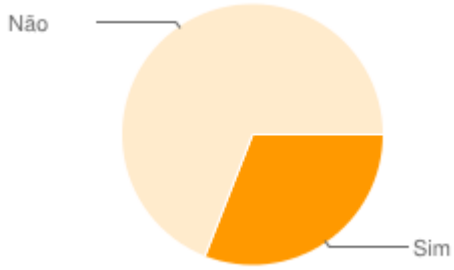
Sabe qual a velocidade máxima que os veículos eléctricos podem atingir?



Sim	64%
Não	36%

Figura 5.25 – Gráfico Velocidade máxima de VE

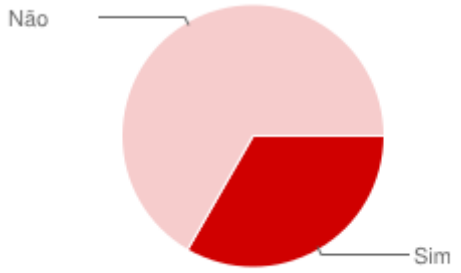
Sabe qual o valor cobrado em impostos (Imposto Sobre Veículos (ISV) e Imposto Único de Circulação (IUC)).



Sim	31%
Não	69%

Figura 5.26 – Gráfico Impostos cobrados

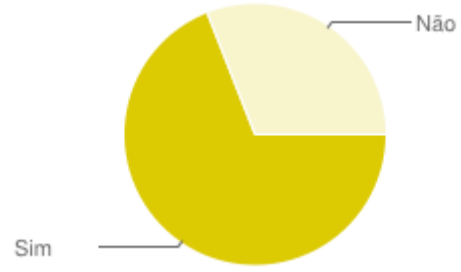
Tem conhecimento do custo da manutenção dos veículos eléctricos?



Sim	33%
Não	67%

Figura 5.27 – Gráfico Custo de manutenção de um VE

Sabe qual o nível de ruído por um veículo eléctrico?



Sim	69%
Não	31%

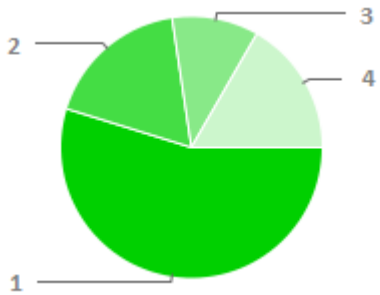
Figura 5.28 – Gráfico Nível de Ruído de VE

Analisando os resultados desta parte, verifica-se que os inquiridos mostraram abertura para optarem por esta nova forma de mobilidade, pois esclareceram dúvidas e melhoraram o conhecimento que possuíam sobre esta matéria, uma vez que a grande

maioria reconheceu que tinha poucos conhecimentos sobre os benefícios e problemáticas dos VEs, admitindo a possibilidade de no futuro poderem adquirir um VE.

A terceira parte abrangeu os pontos de carregamento com o intuito de aferir qual o local preferencial das pessoas para carregarem um VE e se estariam na disponibilidade de aproveitar os benefícios das tarifas bi-horárias. Nos gráficos das figuras 5.29 a 5.32, apresentam-se os resultados.

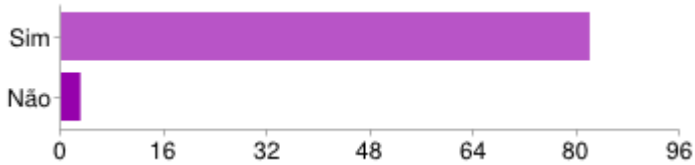
Os veículos eléctricos podem ser carregados em vários pontos. Das possibilidades existentes qual escolheria?



1 - Na garagem particular	55%
2 - No lugar de garagem	18%
3 - Nos pontos de carregamento públicos	11%
4 - No local de trabalho	16%

Figura 5.29 – Gráficos Pontos de Carregamento

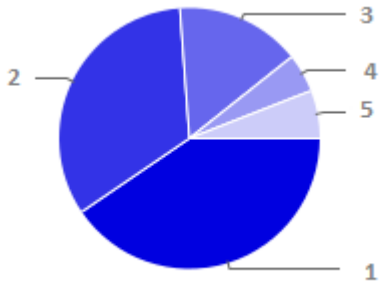
As vendedoras de energia eléctrica disponibilizam tarifários em que o preço da energia varia consoante a período do dia. Sabendo-se que durante a noite, o preço da energia eléctrica é mais barata, se possuísse um veículo eléctrico carregá-lo-ia nesse período?



Sim	97%
Não	3%

Figura 5.30 – Gráfico Tarifa Bi-horária

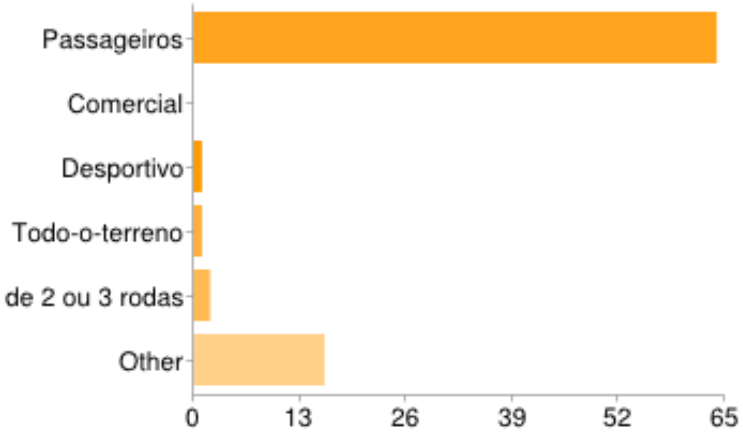
Nas condições abaixo descritas, colocaria a hipótese de adquirir um Veículo Eléctrico?



1 - Sim	40%
2 - Sim, com recurso a financiamento	33%
3 - Não, devido a dificuldades financeiras	15%
4 - Não, prefiro os veículos convencionais	5%
5 - Other	7%

Figura 5.31 – Gráfico Hipótese de Adquirir um VE

Em caso da resposta anterior ser positiva, de que tipo?



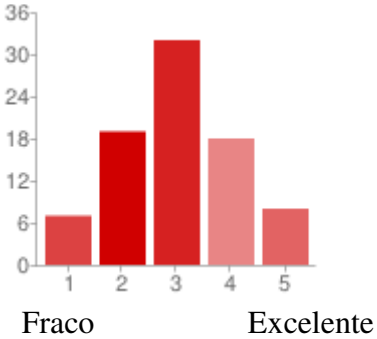
Passageiros	76%
Comercial	0%
Desportivo	1%
Todo-o-terreno	1%
de 2 ou 3 rodas	2%
Other	19%

Figura 5.32 – Gráfico Tipo de VE que compraria

Da análise às respostas desta parte comprova-se que os potencias utilizadores não estão dispostos a utilizar os pontos de carregamento públicos (lentos), preferindo proceder a esse carregamento na própria garagem ou lugar de garagem e até no local de trabalho. Este facto, pode ajudar a compreender a fraca utilização dos pontos já instalados e a necessidade de repensar esta parte do projecto e encontrar novos locais para instalar os pontos de carregamento públicos e preferencialmente pontos de carregamento rápido.

Por fim, a quarta parte destinava-se às considerações gerais onde cada participante efectuava uma auto-avaliação sobre o seu conhecimento sobre VE e poderiam deixar sugestões [92]. Apresentam-se os resultados no gráfico da Figura 5.33.

Como avalia o seu conhecimento sobre veículos eléctricos?



1 -	Fraco	8%
2		23%
3		38%
4		21%
5 -	Excelente	10%

Figura 5.33 – Gráfico conhecimento sobre VEs

Como mais uma vez se pode comprovar que ainda existe muito trabalho de divulgação e de informação por fazer, no sentido de esclarecer o público em geral, para

que a aquisição de VEs e VEHs possa ser a opção a considerar pelos cidadãos na hora de adquirir um novo veículo.

5.2.2 Caracterização do Inquérito para Actuais Utilizadores

Este inquérito teve com público-alvo, indivíduos que se deslocam diariamente em veículo eléctrico, com o objectivo de aferir o grau de conhecimento que cada inquirido sobre VEs e a sua satisfação com este tipo de veículos. Foi utilizado o modelo de inquérito por questionário [89], tendo sido preenchido voluntariamente de uma forma anónima e confidencial.

Os inquéritos foram preenchidos entre 18 de Janeiro de 2013 e finais de Fevereiro de 2013, via *On-line*.

Responderam ao mesmo 8 indivíduos de uma forma livre. Apesar da amostra ser reduzida, corresponde a cerca de 10% dos VEs (ligeiros de passageiros) matriculados em Portugal durante 2012 [1]. No entanto, das cerca de 130 matrículas atribuídas a VEs, nem todos estarão em circulação.

O inquérito foi composto por 21 perguntas e um campo para sugestões, organizadas em quatro partes [91] [92], nomeadamente, Dados Gerais, Veículos Eléctricos, Pontos de Carregamento e Considerações Gerais.

Algumas das questões colocadas permitiam respostas de escolha múltipla, outras permitiam resposta segundo a escala de *Likert* de 5 pontos, sendo que 1 ponto correspondia a pouco satisfeito e 5 pontos a muito satisfeito.

O inquérito seguiu a mesma estrutura do inquérito para potenciais utilizadores e na primeira parte também se caracterizou o perfil do condutor. Nos gráficos das Figuras 5.34 a 5.40, apresentam-se os resultados.

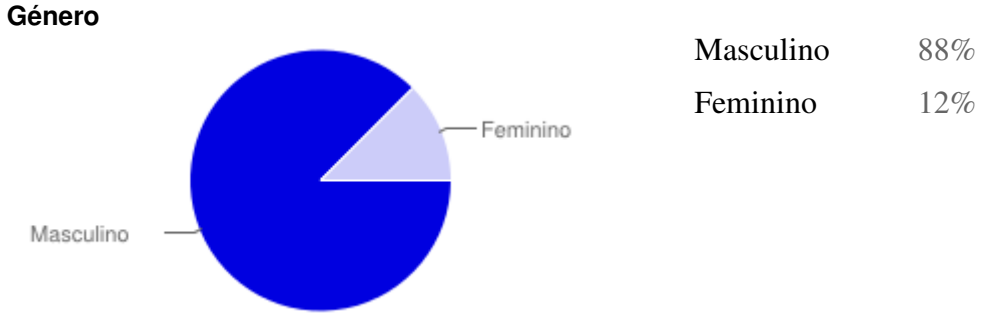
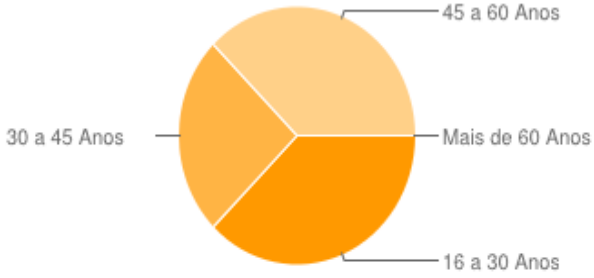


Figura 5.34 – Gráfico do Género

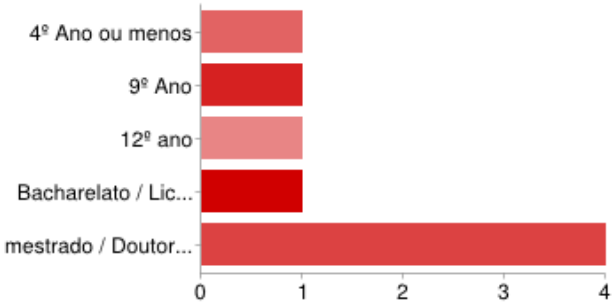
Idade



16 a 30 Anos	38%
30 a 45 Anos	24%
45 a 60 Anos	38%
Mais de 60 Anos	0%

Figura 5.35 – Gráfico da Idade

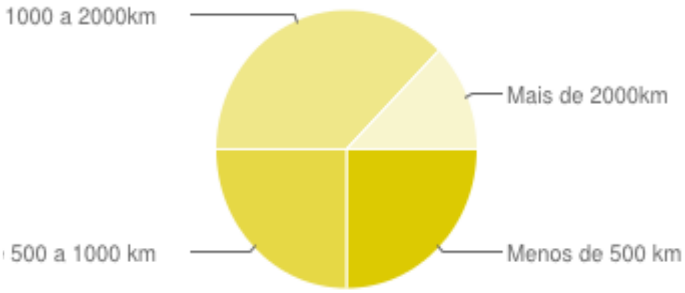
Habilitações Académicas



4º Ano ou menos	12%
9º Ano	12%
12º Ano	13%
Bacharelato / Licenciatura	13%
Mestrado / Doutoramento	50%

Figura 5.36 – Gráfico das Habilitações Académicas

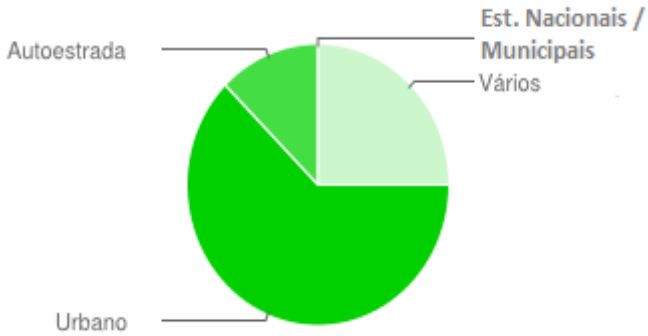
Quilómetros percorridos por mês com o Veículo Eléctrico?



Menos de 500 km	25%
de 500 a 1000 km	25%
de 1000 a 2000km	38%
Mais de 2000km	12%

Figura 5.37 – Gráfico dos Quilómetros percorridos

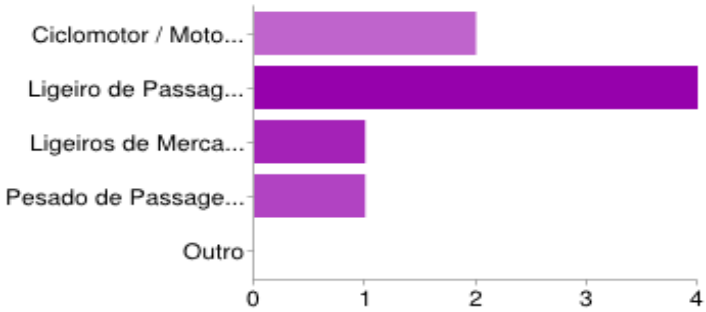
Em que meio percorre mais quilómetros?



Urbano	63%
Auto-estrada	12%
Est. Nacionais / Municipais	0%
Vários (mais que uma das opções anteriores)	25%

Figura 5.38 – Gráfico do meio em que percorrem mais quilómetros

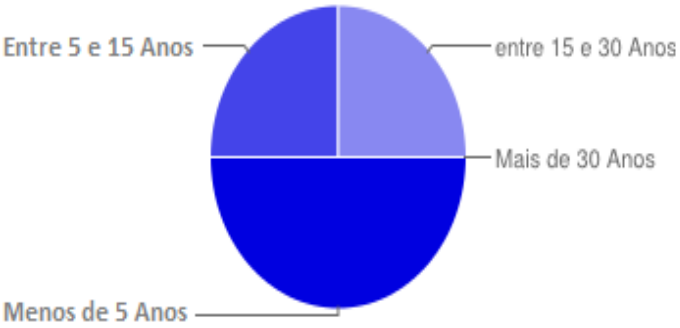
Qual a categoria do veículo?



Ciclomotor / Motociclo	24%
Ligeiro de Passageiros	50%
Ligeiros de Mercadorias	13%
Pesado de Passageiros	13%
Outro	0%

Figura 5.39 – Gráfico com a categoria do VE utilizado

Anos de condução (Há quantos anos conduz)



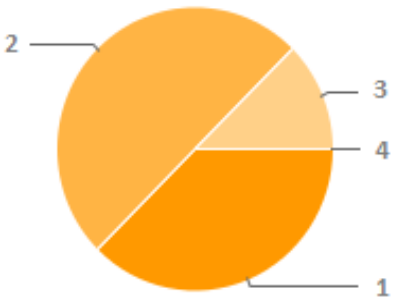
Menos de 5 Anos	50%
entre 5 e 15 Anos	25%
entre 15 e 30 Anos	25%
Mais de 30 Anos	0%

Figura 5.40 – Gráfico de experiência de condução

Dos resultados obtidos, constata-se que os utilizadores são predominantemente homens, com formação superior, percorrem entre 500 e 2000 quilómetros por mês, em meio urbano, o que nos leva a concluir que o perfil é coincidente com o dos condutores que ainda não possuem um VE, mas que consideram a possibilidade de o adquirir.

Na segunda parte pretendia-se saber qual to tipo de veículo utilizado e qual a satisfação dos utilizadores com a sua autonomia, com o desempenho, com a segurança, com o custo por quilómetro. No fundo, se o VE corresponde às necessidades e expectativas dos utilizadores. Apresentam-se os resultados nos gráficos das Figuras 5.41 a 5.49.

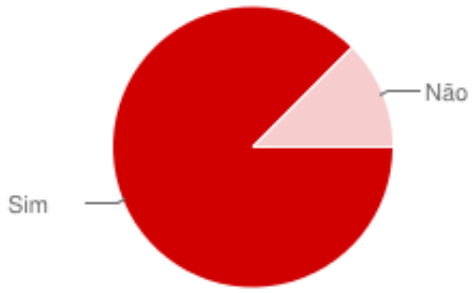
Que tipo de Veículo Eléctrico utiliza?



1 - Veículo Eléctrico Puro	38%
2 - Veículo Eléctrico Híbrido (não pode ligar à rede eléctrica)	50%
3 - Veículo Eléctrico Híbrido *Plug-In* (pode ligar à rede eléct.)	12%
4 - Outro	0%

Figura 5.41 – Gráfico com tipo de VE utilizado

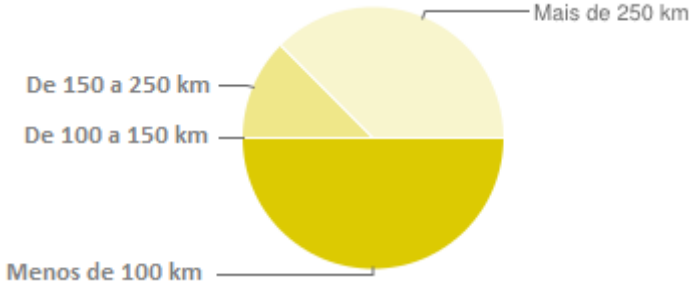
O veículo eléctrico puro ou híbrido é a sua primeira opção?



Sim	88%
Não	12%

Figura 5.42 – Gráfico de VE como Primeira Opção

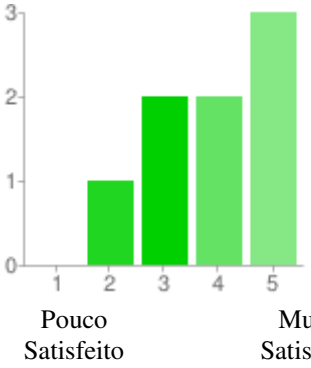
Qual a autonomia máxima do seu Veículo Eléctrico?



Menos de 100 km	50%
Entre 100 e 150 km	0%
Entre 150 e 250 km	12%
Mais de 250 km	38%

Figura 5.43 – Gráfico de Autonomia máxima do VE

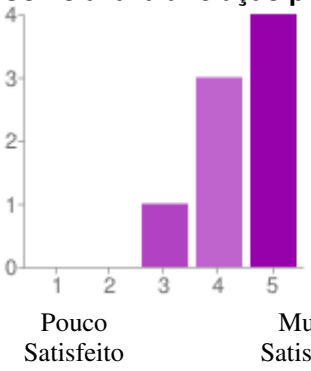
Está satisfeito com a autonomia do seu veículo Eléctrico?



1 -	Pouco Satisfeito	0%
2		12%
3		25%
4		25%
5 -	Muito Satisfeito	38%

Figura 5.44 – Gráfico de satisfação com autonomia

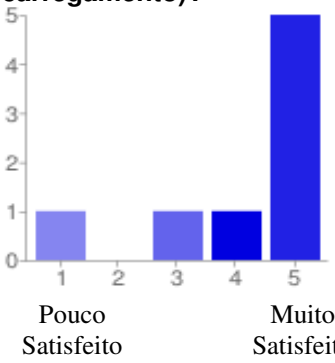
Como avalia a relação preço vs desempenho do Veículo Eléctrico?



1 -	Pouco Satisfeito	0%
2		0%
3		12%
4		38%
5 -	Muito Satisfeito	50%

Figura 5.45 – Gráfico de satisfação preço vs desempenho

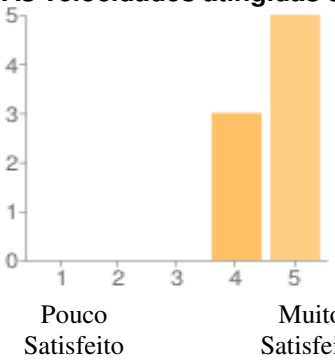
Considera o seu Veículo Eléctrico seguro (inclui segurança rodoviária e de carregamento)?



1 -	Pouco Satisfeito	13%
2		0%
3		13%
4		13%
5 -	Muito Satisfeito	61%

Figura 5.46 – Gráfico de satisfação sobre segurança

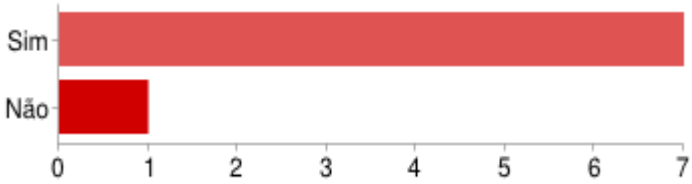
As velocidades atingidas satisfazem as suas necessidades?



1 -	Pouco Satisfeito	0%
2		0%
3		0%
4		37%
5 -	Muito Satisfeito	63%

Figura 5.47 – Gráfico de satisfação sobre velocidade

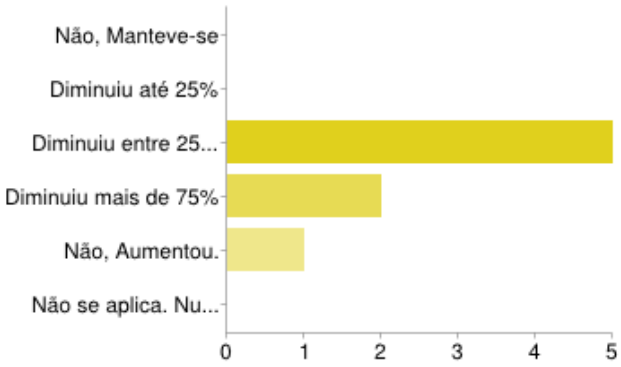
A relação custo / km corresponde às suas expectativas?



Sim	88%
Não	12%

Figura 5.48 – Gráfico de expectativas sobre Custo /km

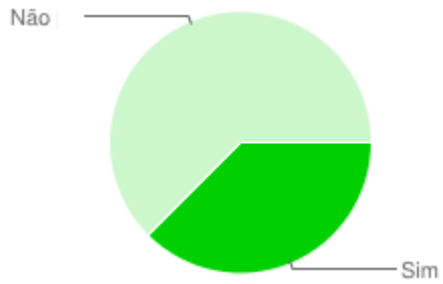
O custo por quilómetro com o seu veículo eléctrico diminuiu?



Não, Manteve-se	0%
Diminuiu até 25%	0%
Diminuiu entre 25 a 50%	63%
Diminuiu mais de 75%	25%
Não, Aumentou.	12%
Não se aplica. Nunca tive outro veículo.	0%

Figura 5.49 – Gráfico sobre diminuição de custos

A ausência de ruído influência a sua condução.



Sim	38%
Não	62%

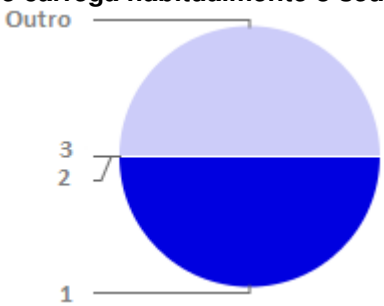
Figura 5.50 – Gráfico ausência de ruído influência a condução

Na segunda parte, evidenciou-se que os VEHs lideram as preferências dos utilizadores e surpreendentemente se constatou que os VEs ou VEHs são a primeira opção dos seus proprietários, pois inicialmente tinha a percepção de que seriam utilizados como segundo veículo, sendo que a primeira opção seria um veículo convencional.

Os inquiridos apresentam níveis de satisfação elevados relativamente aos VEs e VEHs, desde a autonomia, desempenho, segurança, custo por quilómetro e até com o tipo de condução derivada da ausência de ruído.

A terceira parte destinou-se aos locais de carregamento, e neste ponto, a tendência é semelhante à do inquérito anterior, os utilizadores carregam as baterias preferencialmente na garagem particular desprezando completamente os pontos de carregamento públicos (esta conclusão fica condicionada pela pouca expressividade da amostra). Nos gráficos das Figuras 5.51 e 5.52.

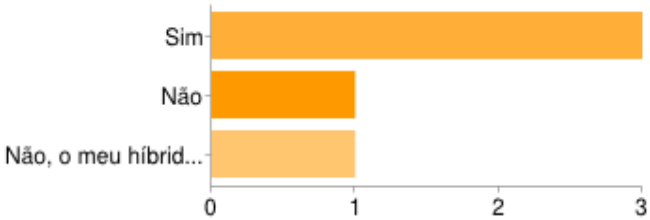
Onde carrega habitualmente o seu VE ou VEH (*Plug-in*)?



1 - Na garagem particular	50%
2 - No lugar de garagem	0%
3 - Nos pontos de carregamento públicos	0%
Outro	50%

Figura 5.51 – Gráfico Ponto de carregamento habitual do VE

Habitualmente aproveita os períodos dos benefícios tarifários para o carregamento (período de vazio nas tarifas bi-horárias)?



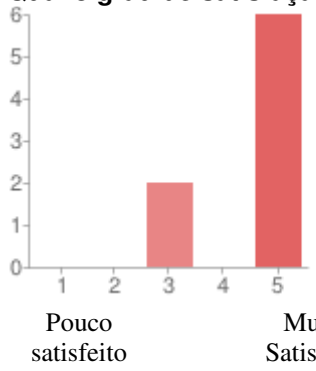
Sim	60%
Não	20%
Não, o meu híbrido não tem ligação à rede.	20%

Figura 5.52 – Gráfico de aproveitamento da tarifa Bi-horária

Também se constata que os utilizadores estão atentos aos tarifários da electricidade e aproveitam os benefícios que os mesmos proporcionam.

Por fim, na quarta parte aferiu-se o grau de satisfação geral [92], sendo que os utilizadores estão satisfeitos ou muitos satisfeitos com o veículo eléctrico que conduzem, o que pode indiciar que esta tecnologia acabará por se impor nos mercados dos automóveis, pois quem utiliza continuará a fazê-lo. No gráfico da Figura 5.52 apresentam-se os resultados.

Qual o grau de satisfação geral com o seu Veículo Eléctrico Puro ou Híbrido?



1 -	Pouco satisfeito	0%
2		0%
3		25%
4		0%
5 -	Muito Satisfeito	75%

Figura 5.53 – Gráfico com satisfação geral

6. Conclusões

Ao longo dos últimos anos Portugal tem sido pioneiro no desenvolvimento de tecnologia e soluções na área da mobilidade eléctrica, tendo existido uma forte aposta governamental associada ao mundo empresarial e a instituições de ensino superior. Em simultâneo, apostou no desenvolvimento e implementação de novas fontes de energia renováveis, diminuindo a dependência energética do país relativamente aos combustíveis fósseis, equilibrando assim, a balança comercial do país e ao mesmo tempo diminuindo a poluição atmosférica e principalmente as emissões de CO2.

Para além do desenvolvimento de VEs, existem marcas e modelos 100% portugueses, os grandes construtores mundiais já possuem VEs e/ou VEHs no mercado, pois para além da nova oportunidade de negócio foram desenvolvidas políticas e legislação que os obrigou a tais opções. O grande desenvolvimento em Portugal aconteceu na criação de uma rede de carregamento para VEs que abrange todo o território nacional (rede Rener do Projecto Mobi.e), assim como o desenvolvimento de carregadores que permitem o carregamento em casa ou garagem colectiva e também os pontos de carregamento rápido. Actualmente a EFACEC é uma das empresas de referência a nível mundial na produção de carregadores, exportando para vários países entre eles os Estados Unidos da América, tendo já ultrapassado um volume de negócios superior a 20 milhões de euros.

A Projecto Mobi.e também permitiu a exportação de tecnologia portuguesa, estando a desenvolver uma rede de carregamento semelhante à portuguesa na Noruega, sendo que a venda e utilização de VEs neste país disparou, não sendo alheio a este facto, o poder económico existente, ao contrário do que existe em Portugal, agravado ainda pela crise económica, mas também as preocupações ambientais. A autonomia e o preço das baterias também são entraves a considerar, no entanto, prevê-se uma grande evolução tecnológica nos próximos anos [93], o que permitirá uma autonomia de várias centenas de quilómetros e uma descida no preço das baterias em cerca de 60%.

Relativamente ao SEN e ao impacto que terá que suportar, no caso da mudança de paradigma para mobilidade eléctrica atinja o seu objectivo, será necessário tomar algumas medidas que permitam suavizar algumas consequências, desde a produção até ao carregamento. Neste sentido e atendendo a que a maior parte dos carregamentos serão feitos em casa, será necessário sensibilizar os consumidores para que os mesmos se realizem durante as horas de vazio, a tarifas economicamente mais favoráveis evitando-se assim a sobrecarga nas horas de ponta, caso contrário, poderemos estar na presença de impactos

consideráveis para o SEN, o que poderá resultar no aumento da importação de energia eléctrica e/ou ser necessário o aumento da capacidade instalada e da produção de energia via energias não renováveis e consequentemente poluentes se a alternativa uma central termoeléctrica. Para precaver esta situação estão já em desenvolvimento redes inteligentes (*smart grid`s*) e o sistema V2G [94]. O sistema V2G permite que os veículos sejam carregados nos períodos de vazio, a preços mais reduzidos, armazenando a energia produzida via fontes de energia renováveis para posteriormente ser vendida á rede nas horas de ponta, a preços mais elevados e minimizando os impactos no SEN [95]. Está possibilidade poderá ser uma solução tendo em conta que os VEs de uso particular e familiares passarão uma boa parte do dia parados, no entanto, teremos que considerar os ganhos que a solução apresenta mas também os custos, pois sabendo-se que as baterias estão limitadas pelos número ciclos de carga e descarga, esta solução fará com que o seu período de vida útil se reduza e consequentemente a necessidade da sua substituição, pelo que a redução do preço das baterias será importante para que os utilizadores optem por este sistema.

O desenvolvimento de redes inteligentes permitirá o controlo das operações V2G [96], de uma forma adaptativa, optimizada, distribuída, integrada e segura. Este conceito de redes inteligentes permitirá atribuir um endereço IP a cada veículo que por sua vez permitirá comunicar à rede eléctrica que um VE está pronto para uma operação V2G e gerir os acessos à rede e à monitorização do trânsito de energia de uma forma coordenada e em função das necessidades do SEN.

Como Portugal já têm cerca de 5000 MW de capacidade instalada para a produção de energia através de fontes de energias renováveis, sendo que a eólica é a que tem maior expressão [97]. A implementação destes sistemas permitirá aproveitar e armazenar a energia produzida durante a noite nas baterias dos VEs, minimizando as perdas.

Estando Portugal a desenvolver políticas e incentivos que melhorem a eficiência energética nos edifícios, principalmente para construções novas, mas também para obras de melhoramentos, e também o desenvolvimento da utilização da energia solar, prevê-se que até 2020, as necessidades energéticas deste sector diminuirão, podendo assim aliviar o SEN, permitindo que a energia em excesso seja utilizada por outros sectores.

A mobilidade eléctrica poderá permitir a mudança de paradigma em termos de mobilidade, principalmente em meio urbano e ao mesmo tempo a redução das emissões de CO2 e da poluição atmosférica e sonora. Também permitirá o aproveitamento de uma forma mais eficiente e eficaz da energia produzida por fontes de energias renováveis e ao mesmo

tempo ser um cluster importante de desenvolvimento tecnológico que contribuirá positivamente para o desenvolvimento económico do país.

A implementação da rede de pontos de carregamento públicos não tem tido a utilização que se previa, como se comprova no caso de estudo, pelo que se torna necessário repensar a sua filosofia e ir de encontro aos desejos dos utilizadores e potenciais utilizadores, uma vez que estes preferem carregar os seus VEs em casa, na própria garagem, estando apenas disponíveis para utilizar os pontos de carregamento públicos em situações de necessidade extrema e preferencialmente os pontos de carregamento rápido. Das conclusões resultantes do caso de estudo, mais concretamente a localização dos pontos de carregamento e sua utilização em Vila Real, reconhece-se a necessidade de redefinir a localização desses mesmos pontos, sendo que os locais de grande concentração de pessoas como as zonas comerciais, o hospital, a universidade, empresas e instituições com um elevado número de funcionários devam ser considerados como opções para a instalação dos pontos de carregamento, apesar de alguns destes locais estarem previstos na fase de crescimento (2012-2015) devem ser revistas e redefinidas as localizações e o número de pontos a instalar.

Este novo conceito de mobilidade acabará por se impor, pois os benefícios superam as desvantagens. Esta situação pode-se comprovar com a elevada satisfação que apresentam os utilizadores de VEs, pelo que, com preços de aquisição mais competitivos, com baterias que permitam uma autonomia maior e com preço de aquisição ou aluguer mais barato. Com as dificuldades relacionadas com a crise económica e financeira que atinge o país resolvidas, os cidadãos acabarão por aderir aos VEs como já está a acontecer em outros países mais desenvolvidos. Actualmente já existem algumas Câmaras Municipais e empresas de distribuição, principalmente em meio urbano que já optaram por frotas de VEs como é o caso dos CTT.

7.1 Perspectiva de Trabalho Futuro

As várias áreas das quais a mobilidade eléctrica depende têm apresentado progressos consistentes nos últimos anos, no entanto, ainda há muito a fazer e a desenvolver nos próximos anos.

A gestão de energia nas baterias será uma área que poderá melhorar de uma forma consistente e com a mudança de alguns hábitos de condução poderá permitir aumentar a autonomia das mesmas [93].

A implementação das redes inteligentes também terá um papel muito importante, pois permitirá o aproveitamento e armazenamento de energia eléctrica produzida pelas unidades de produção as energias renováveis, nos períodos de vazio, principalmente eólica, que de outra forma se perderia, podendo daí resultar um importante benefício económico para o consumidor com a revenda durante o período de ponta.

Nos últimos tempos também têm surgido alguns problemas que inicialmente não estariam previstos, como a ausência de ruído que os VEs emitem, podendo perturbar a mobilidade dos portadores de algumas limitações físicas, principalmente visuais que poderão provocar acidentes [98], mas também nos peões comuns uma vez que podem ser surpreendidos pela presença dos veículos em movimento sem estarem alertados para o efeito, pelo que se torna necessário desenvolver sistemas que permitam alertar os peões, evitando-se assim acidentes, nomeadamente o desenvolvimento de sons característicos dos veículos [99] [100].

Também será necessário continuar com o desenvolvimento de legislação e regulamentação que assegurem a fiabilidade e segurança de todos como já acontece nos Estados Unidos da América [100]. O Código da Estrada também deverá evoluir assim como o ensino da condução e a formação de condutores ao longo da vida, pois com o aparecimento de veículos tecnologicamente diferentes e que necessitam de um tipo de condução diferente, de forma a aproveitar os sistemas que têm implementados com a finalidade de serem mais eficientes [101], podendo-se destacar a travagem regenerativa e o controlo dos momentos de aceleração.

Estando Portugal na linha da frente no que respeita a mobilidade eléctrica, tendo já uma rede nacional de carregamento de VEs em funcionamento, sendo produtor e exportador de tecnologia nesta área e atendendo à crise económica que o país atravessa e que dificulta consideravelmente o poder de compra dos portugueses, e consequentemente a aquisição de VEs, pois durante o ano de 2011 apenas foram matriculados cerca de 130 VEs [1], comparando com a Noruega em que numa semana foram vendidas 300 unidades, Portugal poderá ser um "laboratório" de testes para os fabricantes testarem os seus modelos antes de os disponibilizarem aos compradores.

No desenvolvimento deste trabalho seguiram-se as boas práticas na investigação, escrita e apresentação do trabalho [102] [103].

Referências Bibliográficas

[1] www.imtt.pt, consultado em 2011/10/09

[2] Regulamento N.º 100, UNECE

[3] Livro Branco – A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções, Serviço de Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2001

[4] Livro Verde – Estratégia Europeia Para Uma Energia Sustentável, Competitiva e Segura, CCE, SEC (2006)

[5] RCM n.º 119/2004, de 31 de Julho – PNAC

[6] RCM n.º 104/2006, de 23 de Agosto – Revisão PNAC

[7] RCM n.º 80/2008, de 20 de Maio – PNAEE

[8] RCM n.º 169/2005, de 24 de Outubro – Estratégia Nacional para a Energia

[9] RCM n.º 20/2009, de 20 de Fevereiro – Programa para a Mobilidade Eléctrica em Portugal

[10] RCM n.º 81/2009, de 7 de Setembro – Objectivos estratégicos do Programa para a Mobilidade Eléctrica em Portugal

[11] Lei n.º 22-A/2007, de 29 Junho – Regime de Tributação Automóvel

[12] RCM n.º 29/2010, de 15 de Abril, Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE2020)

[13] Versão Final do Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis ao abrigo da Directiva 2009/28/CE

[14] www.dgeg.pt, consultado em 2012/02/14

[15] www.mobie.pt, consultado em 2011/11/12

[16] Decreto-Lei n.º39/2010, de 26 de Abril – Regime Jurídico da Mobilidade Eléctrica

[17] Decreto-Lei n.º276/99 de 23 de Julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º279/2007, de 6 de Agosto

[18] Portaria n.º 715/2008, de 6 de Agosto – Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa VL

[19] Portaria n.º 716/2008, de 6 de Agosto – Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região Norte

[20] Decreto-Lei n.º102/2010, de 23 de Setembro – Regime da Avaliação e Gestão da Qualidade do AR

[21] COM (2009) 490, Plano de Acção para a Mobilidade Urbana

[22] eur-lex.europa.eu/pt, consultado em 2011/10/10

[23] RCM n.º 45/2011, de 10 de Novembro – Plano Estratégico dos Transportes

[24] Decreto-Lei n.º72/2000, de 6 de Maio – Regulamento da Homologação CE de Modelo de Automóveis

[25] Decreto-Lei n.º16/2010, de 12 de Março

[26] Mendes, Henrique – Seminário Mobilidade Eléctrica: O veículo, IMTT, Henrique Mendes, Lisboa, 2010

[27] www.apve.pt , consultado em 2011/11/12

[28] www.erse.pt, consultado em 2011/10/09

[29] Regulamento n.º 464/2011, ERSE – Regulamento da Mobilidade Eléctrica

[30] ocarroelectrico.com, consultado em 2012/04/14

[31] www.veiculoselectricospt.com, consultado em 2012/03/12

[32] Portaria n.º 468/2010, de 7 de Julho – Incentivos Financeiros à compra de VEs

[33] www.teslamotors.com, consultado em 2011/10/10

[34] Goldemberh C., Lebensztajn L., Pellini E., A Evolução do Carro Eléctrico, PEA / EPUSP, Agosto 2005.

[35] www.ev1.org, consultado em 2012/05/17

[36] www.toyota.com/concept-vehicles/rav4ev.htm, consultado em 2012/05/17

[37] www.chevrolet.pt/modelos/volt, consultado em 2012/05/17

[38] www.opel-ampera.com, consultado em 2012/05/17

[39] *Chan, C.C;,Chau, . – Modern Electric Vehicle Tecnology, Oxford University Press,* 2001.

[40] *Larminie, James; Lowry, Joh – Electric Vehicle Tecnology Explained, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc,* 2012.

[41] www.vdo.com, consultado em 2012/05/17

[42] www.michelin.com, consultado em 2012/05/17

[43] Componentes para veículos eléctricos, Michelin, Seminário Mobilidade Eléctrica, Lisboa, 2010.

[44] www.honda.pt/insight, consultado em 2011/10/10

[45] www.toyota.pt, consultado em 2011/10/10

[46] www.toyota.pt/cars/new_cars/prius/index.tmex, consultado em 2011/10/10

[47] www.honda.pt/#/auto/modelos/homepage/773

[48] www.caetanobus.pt, consultado em 2011/10/10

[49] www.smtuc.pt/frota, consultado em 2011/10/10

[50] www.renault-ze.com, consultado em 2011/10/10

[51] www.opel.pt/experiencia-opel sobre-a-opel/noticias-opel/2012, consultado em 2012/10/10

[52] www.peugeot.fr, consultado em 2012/05/17

[53] www.volvocars.com/pt, consultado em 2012/05/17

[54] *Dhameja, Sandee – Electric Vehicle Battery Systems, Butterworth-Heinemann,* 2001.

[55] Maia, José – 1ª Conferência Energia e Ambiente, José Maia, Instituto Politécnico de Setúbal

[56] Silva, A.A. – Baterias para Veículos Eléctricos, ICI, SA – Autosil

[57] www.autosil.pt, consultado em 2011/10/10

[58] VozOff – Mobilidade Inteligente, Newsletter informativa, Out/Nov 2011

[59] Carvalho, Adriano – Gestão de Energia em Veículos Eléctricos, 1as Jornadas da Mobilidade Eléctrica, 2011, ISR/FEUP

[60] Martins, Luís Manuel Gomes – O Veículo Eléctrico e a sua Integração no Sistema Eléctrico; ISP, Outubro 2010

[61] www.edpdistribuicao.pt, consultado em 2012/11/12

[62] www.ren.pt, consultado em 2011/10/10

[63] www.nissan.pt, consultado em 2011/10/10

[64] Vidigal, António; *V2G – Vehicle to Grid*, 2009

[65] www.efacec.pt, consultado em 2012/11/25

[66] Silva, Pedro – Mobilidade Eléctrica: O veículo, Efacec, Lisboa, 2010

[67] www.edp.pt, consultado em 2012/11/25

[68] www.edpdistribuição.pt, consultado em 2011/10/09

[69] www.inteli.pt, consultado em 2011/10/10

[70] Formas de Carregamento de Veículos Eléctricos em Portugal, SGORME

[71] www.mennekes.de, consultado em 2011/10/10

[72] www.sae.org, consultado em 2011/10/10

[73] www.chademo.com, consultado em 2012/05/17

[74] Portaria n.º 252/2011, de 27 de Junho – Pontos de Carregamento em Edifícios

[75] Portaria n.º 180/2011, de 2 de Maio – Regime Económico dos pontos de Carregamento

[76] www.pluglesspower.com, consultado em 2012/04/14

[77] www.audi.pt, consultado em 2012/04/14

[78] www.nissan-zeroemission.com, consultado em 2011/10/10

[79] www.siemens.com, consultado em 2012/10/17

[80] Martins, Jorge; Brito, Francisco; Carros Eléctricos, 2011

[81] www.euroncap.com, consultado em 2012/11/17

[82] www.iihs.org, consultado em 2012/11/17

[83] 1as Jornadas da Mobilidade Eléctrica, Guimarães, 2011

[84] Barbosa, Alberto – Seminário Mobilidade Eléctrica, Ordem dos Engenheiros, Efacec, Lisboa, 2011

[85] Plano Municipal para a Mobilidade Eléctrica 2010-2015, Câmara Municipal de Vila Real

[86] Reis, Luís – Modelo e Sistema de Carregamento para Veículos Eléctricos em Portugal, Inteli, Luís Reis, 2010

[87] Mobilidade Eléctrica em Vila Real – Rede de Abastecimento de Pontos de Carregamento para Veículos Eléctricos, CM de Vila Real, Adriano Sousa, 2010

[88] www.mobie.pt

[89] Hill, Andrew; Hill, Manuela Magalhães; Investigação por Questionário, 2008

[90] Maroco, João; Análise Estatística com Utilização do SPSS, 2007

[91] Minium, E. W., King, B. M., & Bear, G. (1993). *Statistical Reasoning inPsychology and Education*. Nova York: John Wiley & Sons, Inc.

[92] Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. Londres: RoutledgeFalmer.

[93] *Rahn, Christopher D.; Wang, Chao-Yan – Battery Systems Engineering; John Wiley & Sons, Inc,* 2013.

[94] Sobrado, Vítor – *Vehicle to Grid* (V2G): Ligação à Rede de Veículos Eléctricos; FEUP; Porto, 2012; Dissertação de Mestrado.

[95] Santos, Paulo – O Automóvel Híbrido como Elemento Fornecedor/Consumidor de Electricidade: Modelação de Baterias de Iões de Lítio; IST; Lisboa, 2009. Dissertação de Mestrado.

[96] *Ekanayake , Janaka; et al. – Smart Grid Technology and Application; John Wiley & Sons, Inc,* 2012.

[97] Barros, Nuno – Análise do Impacto da Integração de Energias Renováveis em Redes de Distribuição; FEUP; Porto, 2011; Dissertação de Mestrado.

[98] Leite, Jorge – Carros Híbridos e Eléctricos: Riscos e as soluções; *Sound Design For Electric Vehicles; Seminar, School of Arts, Católica Porto*, 2012.

[99] *Genuit, Klaus – Cost Project; Sound Design For Electric Vehicles; Seminar, School of Arts, Católica Porto*, 2012.

[100] *Farnell, Andy - The sound design of 21st Century road vehicles; Sound Design For Electric Vehicles; Seminar, School of Arts, Católica Porto*, 2012.

[101] Pereira, Romão – Sistema de Recomendação para Condutores de Veículos Eléctricos; ISEL; Lisboa, 2010; Dissertação de Mestrado.

[102] Oliveira, Luís Adriano – Dissertação e Tese em Ciência e Tecnologia segundo Bolonha: Guia de Boas Práticas, 2011

[103] Sousa, Gonçalo de Vasconcelos – Metodologia da Investigação, Redacção e Apresentação de Trabalhos Científicos, 1998

[104] Ramos, Tiago – Sistema de Tracção de um VEC; FEUP; Porto, 2010; Dissertação de Mestrado.

[105] Rocha, Tiago – Sistema de Alimentação de um VEC; FEUP; Porto, 2011; Dissertação de Mestrado.

Anexo A

Alguns dos VEs em comercialização

A.1 – Veículos Eléctricos Puros [77]

Figura A.1 1 – *Fiat 500 EV*

Figura A.1 2 – *Citroen C-Zero*

Figura A.1. 3 – Volkswagen e-UP

Figura A.1 4 – *Mitsubishi iMiEV*

Figura A.1 5 – *Nissan Leaf*

Figura A.1 6 – *Peugeot iON*

Figura A.1 7 – *Renault Fluence Z.E.*

Figura A.1 8 – *Renault Zoe*

Figura A.1 9 – *Renault Twizi*

Figura A.1 10 – *Ford Focus Electric*

Figura A.1 11 – *Volvo C30 DRIVe*

Figura A.1 12 – *Smart Electric*

A.2 – Desportivos

Figura A.2 1 – *Tesla Roadster*

Figura A.2 2 – *Citröen Survolt*

Figura A.2 3 – *Audi E-Tron*

Figura A.2 4 – *BMW i8*

Figura A.2 5 – *Mercedes Benz SLS AMG e-cell*

Figura A.2 6 – *Venturi Fétish*

A.3 – Veículos eléctricos Híbridos

Figura A.3 1 – *BMW i3*

Figura A.3 2 – *Hyundai Sonata Híbrid*

Figura A.3 3 – *Audi Q5 Híbrid*

Figura A.3 4 – *Citroen DS5 Híbrid*

Figura A.3 5 – *Volvo V60 Híbrid*

Figura A.3 6 – *Range Rover Híbrid*

A.4 – Quadriciclos e Triciclos

Fabricados em Portugal

Figura A.4 1 – Futi

Figura A.4 2 – Mobicar

Figura A.4 3 – *Little 4*

Figura A.4 4 – *Little Shifter.E*

Figura A.4 5 – *Veeco RT* (Triciclo)

Figura A.4 6 – *Move Mile* (Sem condutor – Controlado por PC)

A.5 – Outros Quadriciclos e Triciclos

Figura A.5 1 – *Aixam*

Figura A.5 2 – *TAZZARI Zero*

Figura A.5 3 – *Biró*

Figura A.5 4 – *REVA*

Figura A.5 5 – *Alkè ATX 100E* (Ambulância)

Figura A.5 6 – *Alkè* ATX 200E (Mercadorias)

A.6 – Motociclos, Ciclomotores e Outros

Figura A.6 1 – *Vetrix Superbike*

Figura A.6 2 – *Batlight Roadstar 7000*

Figura A.6 3 – *Vetrix Vx-1*

Figura A.6 4 – *Piaggio MP3 Yourban*

Figura A.6 5 – *Zero DS 2012*

Figura A.6 6 – *Ultra Motor Hybrid 24*

A.7 – Preços de Alguns VEs

VEs (Ligeiros e quadriciclos)	
Marca e Modelo	**Preço**
Audi e-Tron	166.450,00
Citroen C-Zero	31.033,00
Fiat 500 EV	não definido
Mini E	não definido
Mitsubishi i-MiEV	35.250,00
Nissan Leaf	29.955,00
Peugeot iOn	36.350,00
Renault Fluence ZE	26.620,00
Renault Kangoo ZE	24.200,00
Renault Twizy ZE	6.990,00
Renault Zoe ZE	21.750,00
Reva Standard	11.980,00
Reva L-ion Basico	18.700,00
Reva Deluxe	14.750,00
Reva L-ion Deluxe	22.750,00
Beepo	18.767,64
Piaggio Porter	21.801,75
Smart ED	750 /mês
Tesla Roadster	não definido
VW e-UP!	11.000,00
Fiat Doblo cargo	57.233,35
Fiat Doblo 5 passageiros	58.195,76
Fiat Ducato Chassis Cabine	78.962,00
Fiat Ducato Van	80.447,00
Fiat Ducato Combi	78.824,00
Fiat Ducato Minibus	90.790,00
Fiat Fiorino Cargo	36.761,76
Fiat Fiorino 5 Lugares	37.813,99
Fiat Qubo 4 lugares	500026,00
Mini Bus Bredaminarinibus Zeus	232.000,00
Tazzari Zero Special Edition	27.663,00
Tazzari Zero Evo	25.830,00
Tazzari Zero	25.584,00
Tazzari Zero Speedster	30.012,00

Tabela A.7 1 – Preços de VEs

VEHs	
Marca e Modelo	**Preço**
Toyota Yaris Hybrid	19.930,00
Toyota Auris Hybrid	25.503,41
Toyota Prius	29.375,00
Toyota Prius+	33.460,00
Toyota Prius Plug-in	38.000,00
Toyota Iq	13.785,00
Citrën DS5 Hybrid	33.263,49
Peugeot 3008 Hybrid4	36.396,00
Peugeot 508 Hybrid4	40.290,00
Peugeot 508 RXH	43.531,00
Honda Insight	22.338,00
Honda Jazz Hybrid	20.094,00
Renault Fluence Z.E.	26.600,00
Renault Kangoo Z.E	20.000,00
Renault Twizi	6.990,00
Opel Ampera	42.900,00

Tabela A.7 2 – Preços de VEHs

Veículos Eléctricos de 2 Rodas	
Marca e Modelo	**Preço**
Batlight Flash 2000	1.695,00
Batlight Lightning 1500	1.470,00
Batlight Roadstar 7000	5.680,00
Batlight Smooth 100	998,00
Batlight Spark 1500	1.380,00
Batlight Thunder 3000	2.980,00
Batlight Thunder 4000	4.150,00
Batlight Thunder 5000	4.380,00
Bereco 2500W	1.950,00
Bereco Evo	4.192,00
Bereco Flash	3.192,00
Ecoglady Ecocruiser	3.790,00
Ecoglady ecoliberty	1.875,00
Ecoglady ecoone	1.375,00
Ecoglady Ecosprinter	3.790,00
Ecoglady Racer	1.875,00
Ekoway G 2000	1.620,00
Ekoway V 2000	1.770,00
Ekoway V3000	2.150,00
Ekoway VL 2000	3.024,00
Ekoway VL 3000	3.420,00
Ekoway ML 4000	4.150,00
Ekoway ML 5000	5.150,00
Ekoway K4000 4×4	3.420,00
e-max 110S	3.700,00
e-max 90S	3.500,00
Evader EV 100 GT	1.470,00
Evader EV 100 metro	1.830,00
Evader EV 100 S	1.560,00
Swenergy BM GTI	3.720,00
Swenergy Predator	3.300,00
Swenergy Predator GTI 40ah	4.680,00
Swenergy Predator GTI 60ah	5.480,00
Swenergy Sw City	1.980,00
Swenergy SW Cobra	2.980,00
Swenergy SW Raptor	1.980,00
Swenergy SW VIPER	1.980,00
Swenergy SW-BM	2.880,00
sysmelv e-mo	1.790,00
Ultra Motor Metro	3.299,00
Ultra Motor Hybrid 24”	2.685,00
Ultra Motor Hybrid 26”	2.535,00
Ultra Motor Ride	1.499,00
Ultra Motor Peak	1.499,00
Ultra Motor Edge	1.169,00
ZERO X2012	9.945,00
ZERO MX2012	9.745,00
ZERO XU2012	6.156,00
ZERO S2012	9.322,00
ZERO DS2012	9.322,00
Govecs Go S 1.2	3.495,00
Govecs Go S 2.4	5.666,00
Govecs Go S 1.2+	3.443,00
Govecs Go S 2.4+	5.118,00
Govecs Go S 3.4	5.546,00
Govecs Go T 1.2	4.487,00
Govecs Go T 2.4	6.576,00
Govecs Go T 1.2+	4.096,00
Govecs Go T 2.4+	5.756,00
Govecs Go T 3.4	6.194,00

Tabela A.7 3 – Preços de VEs de 2 Rodas

Anexo B

Eliica e BYD e6

Figura B 1 – *Eliica*

Figura B 2 – *BYD e6*

O VE *Eliica* ainda é apenas um protótipo de VE desenvolvido pela Universidade de *Keio*, no Japão. Este VE é alimentado através de baterias de Iões de Lítio e tem a particularidade de estar equipado com quatro eixos e oito rodas o que lhe permite ter uma altura ao solo menor e uma tracção mais eficiente. Os motores eléctricos estão montados nas rodas e cada um debita 60kW de potência. Em termos de performance acelera dos 0 aos 100 km/h em 4 segundos e atinge velocidades de 370 km/h (testado em pista), apresentando melhores resultados que os veículos a gasolina.

As baterias demoram cerca de 10 horas a carregar, podem ser carregadas directamente na rede eléctrica.

A indústria Chinesa também desenvolveu um VE que será um forte concorrente no mercado, trata-se do *BYD e6*. A *BYD* é uma empresa especializada no fabrico de baterias para telemóvel e aplica essa experiência no desenvolvimento de baterias para o VE. As baterias são de fosfato de ferro e garantem um grau de segurança superior às baterias de Iões de Lítio. Este veículo está equipado com um motor de 75 kW, acelera dos 0 aos 60km/h em 14 segundos, atinge uma velocidade de 160 km/h e apresenta uma autonomia para 250 km.

O lançamento deste veículo já foi adiado várias vezes e actualmente está prevista para 2013, nos Estados Unidos.

Anexo C

Acidentes com VEs

Os VEs ainda suscitam algumas preocupações nos utilizadores, nomeadamente em termos de segurança e dos perigos que possam resultar de possíveis colisões em que existam deformações significativas e também em possíveis contactos com a água.

Dos *crash test* realizados aos VEs de várias marcas, pelas entidades internacionais responsáveis pela avaliação da segurança dos veículos na Europa e nos Estados Unidos (*Euroncap e Insurance Institute for Highway Safety*) [78] [79], comprova-se que os mesmos obtêm elevadas classificações, comprovando que apresentam índices de segurança muito elevados.

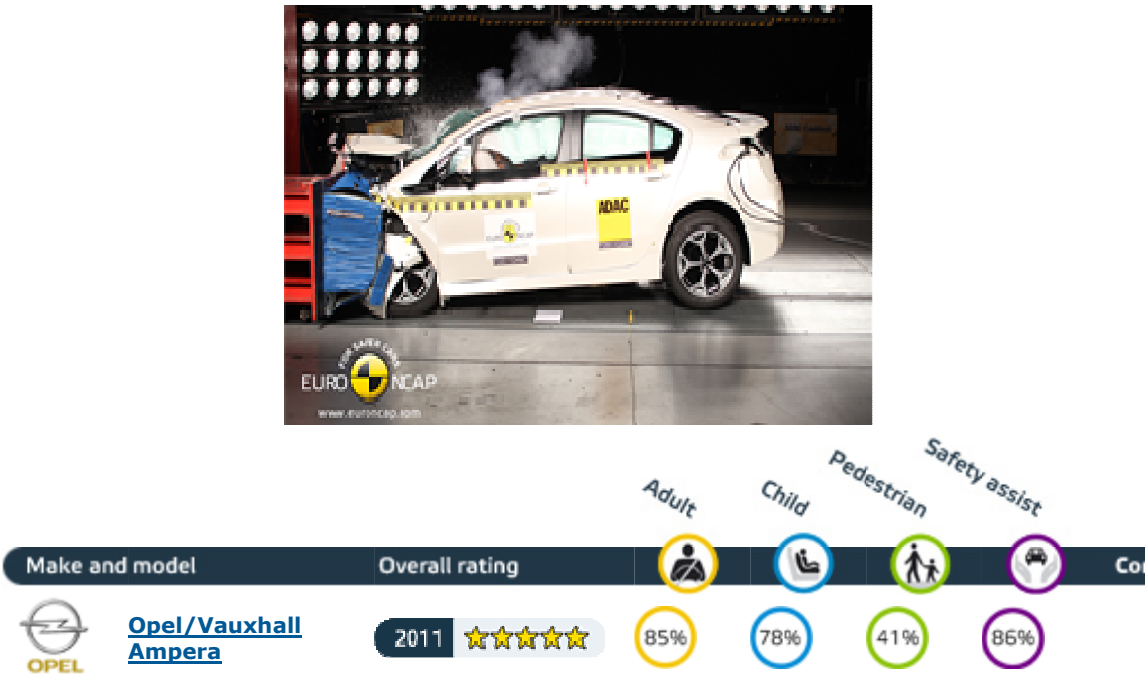


Figura C 1 – *Crash Test Opel Ampera*

A *Volvo* apresentou publicamente no Salão de *Detroit* o seu modelo C30 EV acidentado, demonstrando quais as consequências/deformações resultantes das colisões e que as baterias de alta voltagem e a cablagem não entram em contacto com os ocupantes do veículo uma vez que se mantêm intactos e não representam perigo para os mesmos. O ensaio realizou-se a 64 km/h numa colisão frontal.

Figura C 2 – *Crash Test Volvo C30 EV*

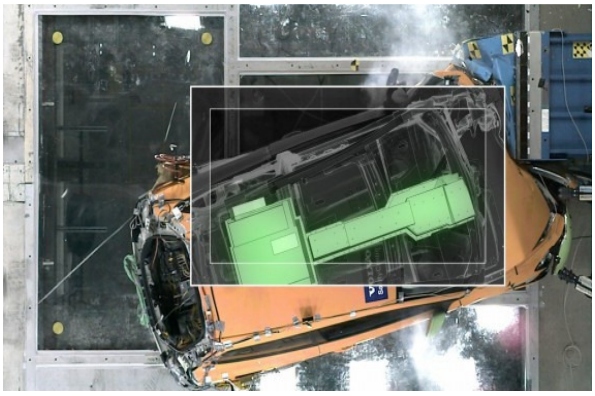


Figura C 3 – *Crash Test Volvo C30 EV*

Figura C 4 – *Crash Test Volvo C30 EV*

Figura C 5 – *Crash Test Volvo C30 EV*

Anexo D

Projectos Universitários em Portugal

D.1 – CEPIUM – Universidade do Minho

A Universidade do Minho [80] está a desenvolver o projecto CEPIUM (Carro Eléctrico Plug-in da Universidade do Minho), que consiste em alterar um veículo (Volkswagen Polo) para homologação como eléctrico.

Este projecto tem como objectivos consolidar uma comunidade científica com sólidas competências na área de mobilidade eléctrica e contribuir para o desenvolvimento do cluster nesta área, desenvolvendo e incorporando tecnologia portuguesa em projectos de mobilidade eléctrica, uma vez que Portugal é pioneiro nesta área e poderá tirar benefícios económicos consideráveis na exportação de tecnologia.

Este projecto de conversão tem sido desenvolvido mantendo algumas características do veículo, tais como o sistema de travagem, o peso em cada eixo, a potência máxima entre outras, para desta forma evitar a necessidade de uma nova aprovação por parte do fabricante do veículo.

O sistema de carregamento desenvolvido para este veículo permite a possibilidade de funcionamento em modo bidireccional, o consumo de corrente sinusoidal, com factor de potência unitário. O sistema de controlo incorpora um microcontrolador DSP, condicionamento de sinal e permite o carregamento com diferentes estágios (corrente constante, tensão constante, …). Este sistema tem como objectivos a possibilidade de carregar as baterias optimizando a sua vida útil e de acordo com a tecnologia das mesmas. Este sistema também permite devolver à rede a energia armazenada nas baterias e garantir a qualidade da energia eléctrica.

Figura D.1 1 – CEPIUM

Figura D.1 2 – CEPIUM Parte electrónica

D.2 – FST 04e – Instituto Superior Técnico (IST)

O Instituto Superior Técnico desenvolveu e continua a melhorar o projecto FST 04e que consiste no desenvolvimento de um veículo eléctrico para competição Internacional "Formula Student" FSAE, Formula ATA, FSG, FSS, etc. …

O veículo tem um peso de 305 kg, uma autonomia para 40 km, uma aceleração dos 0 – 100 km/h em 4 segundos e tem um tempo de carregamento de 2 horas. Possui dois motores Agni 95-R de ímanes permanentes, com refrigeração a ar e uma potência nominal/máxima de 16/30 kW. As baterias são de Lítio Ferro Fosfato e têm uma capacidade de 7,68 kW/h.

Este projecto tem a particularidade de que a grande maioria dos componentes utilizados na construção terem sido projectados e construídos em Portugal sob a orientação da equipa de projecto.

Este veículo tem participado em várias competições internacionais tendo conseguido resultados animadores superando as melhores expectativas.

Figura D.2 1 – FST 04e

Figura D.2 1 – Baterias do FST

D.3 – VEC – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)

A FEUP também se encontra a desenvolver o projecto VEC, veículo eléctrico puro para competição [104] [105]. Este projecto consistiu na aquisição de Fiat Uno e na sua conversão para VE puro desenvolvendo toda a tecnologia necessária. Os componentes fundamentais na implementação deste projecto são um motor eléctrico PMSM PMS 150 de 20Kw, um conversor Sevcon Gen 4, 96 V, 240 A, com software embebido, barramento CAN e baterias de Ni-MH, 1.2V, 5.5 A, e de Li-Ion 3.3 V, 11 A e a distribuição dos pesos.

Também já foram realizados testes em laboratório e em competição, constatando-se que os resultados obtidos foram animadores.

A próxima fase de desenvolvimento centra-se no na tracção e na BMS que permitirá controlar e gerir a carga e descarga das baterias.

Figura D.3 1 – VEC

D.4 – Outros

D.4.1 – Volvo 460 Eléctrico – Instituto Politécnico de Viseu – Escola Superior de tecnologia e Gestão (ESTGV)

A ESTGV também se encontra a desenvolver um projecto de conversão de um Volvo 460 em veículo eléctrico puro. Do trabalho realizado e implementado, já foi possível testar o veículo em circulação, atingindo uma velocidade máxima de 70 km/h e uma autonomia de 40 km.

Figura D.4 1 – Volvo 460 Eléctrico

Figura D.4.2 – Fixação do motor eléctrico

D.4.2 – VEIL – Ligier 162 – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC)

O ISEC também se encontra envolvido nos projectos de desenvolvimento de tecnologia para veículos eléctricos e também já apresentou o seu protótipo, um quadriciclo Ligier convertido para VE puro.

Figura D.4 3 – *Ligier* 162 Eléctrico

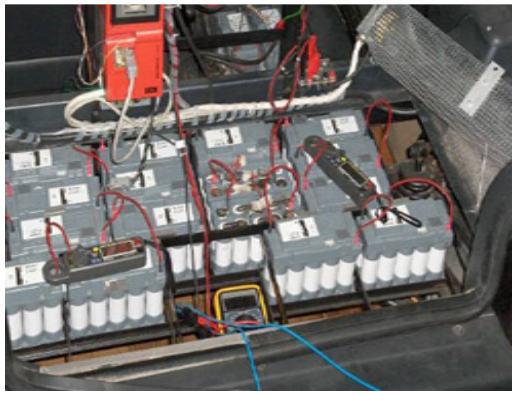


Figura D.4 3 – Baterias *Ligier* 162 Eléctrico

Anexo E

Inquéritos

E.1 – Veículos eléctricos – Potenciais utilizadores

Inquérito - Veículos Eléctricos (Potenciais utilizadores)

O preenchimento do inquérito demora menos de 2 minutos.

O presente inquérito tem como objectivo recolher informação para a Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

O mesmo, tem como público-alvo indivíduos que necessitam de se deslocar diariamente em veículo próprio. Mais ainda, serve para aferir qual o grau de conhecimento de cada inquirido sobre os veículos eléctricos e qual a possibilidade de poderem vir a aderir a este novo conceito de mobilidade.

A informação recolhida é confidencial e anónima, servindo apenas para efeitos de investigação académica. Os dados serão tratados estatisticamente.

Grato pela colaboração.

Vítor Fernandes

1 - Dados Gerais

1 – Género *
- ◯ Masculino
- ◯ Feminino

2 – Idade *
- ◯ 16 a 30 Anos
- ◯ 30 a 45 Anos
- ◯ 45 a 60 Anos
- ◯ Mais de 60 Anos

3 – Habilitações Académicas *
- ◯ 4º Ano ou menos
- ◯ 9º Ano
- ◯ 12º ano
- ◯ Bacharelato / Licenciatura
- ◯ mestrado / Doutoramento

4 – Quilómetros percorridos por mês com veículo convencional? *
- ◯ Menos de 500 km
- ◯ de 500 a 1000 km
- ◯ de 1000 a 2000km
- ◯ Mais de 2000km

5 – Em que meio percorre mais quilómetros? *
- ◯ Urbano

- ◯ Autoestrada
- ◯ Estradas Nacionais / Municipais
- ◯ Vários (mais que uma das opções anteriores)

6 – Qual a categoria do veículo que utiliza? *

- ◯ Ciclomotor / Motociclo
- ◯ Ligeiro de Passageiros
- ◯ Ligeiros de Mercadorias
- ◯ Pesado de Passageiros
- ◯ Outro

7 –Tipo de combustível do veículo que utiliza? *

- ◯ Gasolina
- ◯ Gasóleo
- ◯ GPL
- ◯ Outro:

8 – Anos de condução (Há quantos anos conduz) *

- ◯ Menos de 5 Anos
- ◯ entre 5 e 15 Anos
- ◯ entre 15 e 30 Anos
- ◯ Mais de 30 Anos

II - Veículos Eléctricos (referência - ligeiro de passageiros)

9 – Se necessitasse de comprar um veículo novo, compraria um veículo eléctrico ou um veículo eléctrico híbrido? *

- ◯ Veículo Eléctrico Puro
- ◯ Veículo Eléctrico Híbrido (sem possibilidade de ligar à rede eléctrica)
- ◯ Veículo Eléctrico Híbrido Plug-In (pode ser ligado à rede rede eléctrica)
- ◯ Outro:

10 – Ao responder à questão anterior: *

- ◯ Baseou-se em informação técnica / científica sobre o assunto
- ◯ Baseou-se em informação adquirida em conversa com amigos / comunicação social
- ◯ respondeu por intuição

11 – Sabe quantos quilómetros pode percorrer um veículo eléctrico com um carregamento das baterias? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

12 – Tem conhecimento do nível de segurança dos veículos eléctricos? *
Resultados de crash-test e outros

- ◯ Sim
- ◯ Não

13 – Sabe qual a velocidade máxima que os veículos eléctricos podem atingir? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

14 – Sabe qual o valor cobrado em impostos (Imposto Sobre Veículos (ISV) e Imposto Único de Circulação (IUC)). *

- ◯ Sim
- ◯ Não

15 – Tem conhecimento do custo da manutenção dos veículos eléctricos? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

16 – Sabe qual o nível de ruído por um veículo eléctrico? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

Página 3 — Após a página 2: Ir para a página 3 (III - Pontos de Carregamento)

Nota: As selecções "Ir para página" irão anular esta navegação. Saiba mais.

III - Pontos de Carregamento

17 – Os veículos eléctricos podem ser carregados em vários pontos. Das possibilidades existentes qual escolheria? *

- ◯ Na garagem particular
- ◯ No lugar de garagem
- ◯ Nos pontos de carregamento públicos
- ◯ No local de trabalho

18 – As vendedoras de energia eléctrica disponibilizam tarifários em que o preço da energia varia consoante a período do dia. Sabendo-se que durante a noite, o preço da energia eléctrica é mais barata, se possuísse um veículo eléctrico carregá-lo-ia nesse período? *
Período de vazio nas tarifas bi-horárias (durante a noite).

- ☐ Sim
- ☐ Não

Página 4 — Após a página 3: Ir para a página 4

19 – Nas condições abaixo descritas, colocaria a hipótese de adquirir um Veículo Eléctrico? *
Actualmente, o preço dos veículos eléctricos (puros e híbridos) tem vindo a diminuir. Já existem no mercado alguns modelos com preços semelhantes ao dos veículos convencionais. Sabendo-se que os veículos eléctricos possuem uma autonomia, em média, superior a 100 km (podendo atingir os 500 ou mais), que a sua manutenção é mais barata, que são seguros, que atingem velocidades semelhantes às dos veículos convencionais, que estão isentos de impostos e que apresentam um custo por quilómetro percorrido que ronda os 20% do quilómetro percorrido por um veículo

convencional.

- ◯ Sim
- ◯ Sim, com recurso a financiamento
- ◯ Não, devido a dificuldade financeiras
- ◯ Não, prefiro os veículos convencionais
- ◯ Outro:

20 – Em caso da resposta anterior ser positiva, de que tipo?

- ◯ Passageiros
- ◯ Comercial
- ◯ Desportivo
- ◯ Todo-o-terreno
- ◯ de 2 ou 3 rodas
- ◯ Outro:

IV - Considerações Finais

21 – Como avalia o seu conhecimento sobre veículos eléctricos? *

	1	2	3	4	5	
Fraco	◯	◯	◯	◯	◯	Excelente

22 - Sugestões

Grato pela Participação

E.2 – Veículos eléctricos – Actuais utilizadores

Inquérito - Veículos Eléctricos (Actuais utilizadores)

O preenchimento do inquérito demora menos de 2 minutos.

O presente inquérito tem como objectivo recolher informação para a dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, sobre Mobilidade Eléctrica.

O mesmo, tem como público-alvo indivíduos que utilizam nas suas deslocações do dia-a-dia veículo eléctrico puro ou veículo eléctrico híbrido. Serve ainda para avaliar o grau de conhecimento e satisfação de cada inquirido sobre os veículos em questão.

A informação recolhida é confidencial e anónima, servindo apenas para efeitos de investigação académica. Os dados serão tratados estatisticamente.

Grato pela colaboração.

Vítor Fernandes

1 - Dados Gerais

1 – Género *
- ◯ Masculino
- ◯ Feminino

2 – Idade *
- ◯ 16 a 30 Anos
- ◯ 30 a 45 Anos
- ◯ 45 a 60 Anos
- ◯ Mais de 60 Anos

3 – Habilitações Académicas *
- ◯ 4º Ano ou menos
- ◯ 9º Ano
- ◯ 12º ano
- ◯ Bacharelato / Licenciatura
- ◯ mestrado / Doutoramento

4 – Quilómetros percorridos por mês com o Veículo Eléctrico? *
- ◯ Menos de 500 km
- ◯ de 500 a 1000 km
- ◯ de 1000 a 2000km
- ◯ Mais de 2000km

5 – Em que meio percorre mais quilómetros? *
- ◯ Urbano
- ◯ Autoestrada

- ◯ Estradas Nacionais / Municipais
- ◯ Vários (mais que uma das opções anteriores)

6 – Qual a categoria do veículo? *

- ◯ Ciclomotor / Motociclo
- ◯ Ligeiro de Passageiros
- ◯ Ligeiros de Mercadorias
- ◯ Pesado de Passageiros
- ◯ Outro

7 – Anos de condução (Há quantos anos conduz) *

- ◯ Menos de 5 Anos
- ◯ entre 5 e 15 Anos
- ◯ entre 15 e 30 Anos
- ◯ Mais de 30 Anos

Página 2 Após a página 1 Continuar para a página seguinte

II - Veículos Eléctricos

8 – Que tipo de Veículo Eléctrico utiliza? *

- ◯ Veículo Eléctrico Puro
- ◯ Veículo Eléctrico Híbrido (sem possibilidade de ligar à rede eléctrica)
- ◯ Veículo Eléctrico Híbrido Plug-In (pode ser ligado à rede rede eléctrica)
- ◯ Outro

9 – O veículo eléctrico puro ou híbrido é a sua primeira opção? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

10 – Qual a autonomia máxima do seu Veículo Eléctrico? *

- ◯ Menos de 100 km
- ◯ Entre 100 e 150 km
- ◯ Entre 150 e 250 km
- ◯ Mais de 250 km

11 – Está satisfeito com a autonomia do seu veículo Eléctrico? *

	1	2	3	4	5	
Pouco Satisfeito	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Satisfeito

12 – Como avalia a relação preço vs desempenho do Veículo Eléctrico? *

	1	2	3	4	5	
Pouco Satisfeito	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Satisfeito

13 – Considera o seu Veículo Eléctrico seguro (inclui segurança rodoviária e de carregamento)? *

	1	2	3	4	5	
Pouco Satisfeito	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Satisfeito

14 – As velocidades atingidas satisfazem as suas necessidades? *

	1	2	3	4	5	
Pouco Satisfeito	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Satisfeito

15 – A relação custo / km corresponde às suas expectativas? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

16 – O custo por quilómetro com o seu veículo eléctrico diminuiu? *

Comparativamente com o veículo convencional.

- ◯ Não, Manteve-se
- ◯ Diminuiu até 25%
- ◯ Diminuiu entre 25 a 50%
- ◯ Diminuiu mais de 75%
- ◯ Não, Aumentou.
- ◯ Não se aplica. Nunca tive outro veículo.

17 – A ausência de ruído influência a sua condução. *

- ◯ Sim
- ◯ Não

18 – Em caso afirmativo, de que forma.

- ☐ Na concentração / Atenção
- ☐ No prazer da condução
- ☐ Na percepção do meio envolvente
- ☐ Outro:

Página 3 Após a página 2 Ir para a página 3 (III - Pontos de Carregamento)

Nota: As selecções "Ir para página" irão anular esta navegação. Saiba mais.

III - Pontos de Carregamento

19 – Onde carrega habitualmente o seu VE ou VEH (Plug-in)? *

Não se aplica VE Híbridos sem possibilidade de ligação à rede.

- ◯ Na garagem particular
- ◯ No lugar de garagem
- ◯ Nos pontos de carregamento públicos

◯ Outro:

20 – Habitualmente aproveita os períodos dos benefícios tarifários para o carregamento (período de vazio nas tarifas bi-horárias)? *

Não se aplica VE Híbridos sem possibilidade de ligação à rede.

☐ Sim

☐ Não

☐ Não, o meu híbrido não tem ligação à rede.

IV - Considerações Finais

21 – Qual o grau de satisfação geral com o seu Veículo Eléctrico Puro ou Híbrido? *

	1	2	3	4	5	
Pouco satisfeito	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Satisfeito

22 - Sugestões

Anexo F

Respostas das Marcas

Email Resposta da Renault

para mim

Contacto.cliente <Contacto.cliente@renault.pt> 5 Fev

para mim

Nº de referência: 1-183546040

Bom dia Sr. Vitor Fernandes,

Foi com a maior atenção que tomámos conhecimento dos elementos constantes do seu e-mail.

No entanto, após analisarmos o seu pedido, não nos é possível satisfazê-lo. O firewall do nosso servidor bloqueia completamente o acesso ao link que nos enviou pelo que não temos acesso a qualquer informação.

Ficamos sempre ao seu inteiro dispor, para qualquer esclarecimento adicional.

Com os nossos melhores cumprimentos.

Serviço Relação Cliente Renault
Contacto: 808 202 001
Contacto.Cliente@renault.pt
www.renault.pt

Email Resposta da Nissan

NISSAN Marketing <marketing.nissan@nissan.pt> 27 de Fevereiro de 2013 à47 09:46

Para Vítor Fernandes <vmtf2008@gmail.com>

Caro Vítor Fernandes,

Agradecemos o seu contacto e o interesse demonstrado pela Nissan. O seu tema é deveras actual e de interesse geral. Lamentamos no entanto informá-lo de que não nos é permitido partilhar o seu questionário com os nossos clientes, pois não se trata aqui de uma acção da Marca.

Aconselhamo-lo a visitar fórums na Internet, no Facebook, por exemplo, de fãs e marcas de veículos eléctricos.

Agradecemos uma vez mais o contacto efectuado, apresentamos os nossos melhores cumprimentos e votos de sucesso.

Marketing
NISSAN IBERIA, S.A. - PORTUGAL
Lagoas Park, Edifício 4
2740-267 Porto Salvo
Portugal