



IPS Instituto
Politécnico de Setúbal
Escola Superior de
Tecnologia de Setúbal

DIOGO FILIPE
BUSCA CACHÃO

**IMPACTO TÉCNICO NA LIGAÇÃO
DE CARREGADORES DE
VEÍCULOS ELÉTRICOS ÀS REDES
DE DISTRIBUIÇÃO EM BAIXA
TENSÃO**

Dissertação do Mestrado em Engenharia
Eletrotécnica e de Computadores – Ramo de
Energias Renováveis e Sistemas de Potência

ORIENTADOR

Prof. Carlos Manuel Teixeira Fortunato

CO-ORIENTADOR

Prof. José Henrique Querido Maia

Maio 2023

“But you know, happiness can be found even in the darkest of times, if one only remembers to turn on the light.”

(J.K. Rowling)

Agradecimentos

A conclusão do meu Mestrado de Engenharia teve um grau de importância e dificuldade, tanto a nível pessoal como profissional, após todo este esforço consegui alcançar mais este objetivo, deixando-me extramente orgulhoso.

Durante a realização deste trabalho, muitas foram as pessoas que contribuíram de alguma forma, pelo que quero deixar aqui o meu agradecimento a todos aqueles que foram importantes nesta conquista, com especial a:

Em primeiro lugar quero agradecer, aos professores e orientadores, José Maia e Carlos Fortunato, pelo empenho que aplicaram durante todo este percurso, pelo conhecimento partilhado e pela disponibilidade que sempre demonstraram para me ajudar na realização deste trabalho.

À minha família, ao meu pai Sérgio Cachão, à minha mãe Ana Cachão e à minha irmã Carolina Cachão, quero deixar o meu agradecimento pela motivação, pela aprendizagem e pela educação que me têm passado ao longo da vida e que me permitiu chegar até aqui.

Um especial agradecimento à minha namorada Ana Conde, que me ajuda sempre de forma incondicional, tanto a nível académico como a nível pessoal, mantendo-se sempre a meu lado fazendo com que nunca desista de nada. Obrigado por todo o apoio.

Quero também deixar o meu agradecimento a todas as entidades que também tiveram a sua quota parte de importância na concretização deste trabalho, tais como: Câmara Municipal de Sesimbra, E-REDES, Prio e Mobi.e.

Por fim, quero agradecer ao Instituto Politécnico de Setúbal pela formação académica transmitida, tornando-me no profissional que sou hoje.

Resumo

Nos dias de hoje, com o agravamento das alterações climáticas, torna-se indispensável criar estratégias para reduzir as emissões dos gases com efeito de estufa. Uma das medidas com forte impacto na minimização dessas emissões foi o desenvolvimento dos veículos movidos a energia elétrica, principalmente se esta for produzida maioritariamente a partir de energias renováveis. Portugal, entre outros países, procura incentivar a aquisição de veículos elétricos, criando assim estratégias que incentivem os utilizadores a optarem por este tipo de transporte. As vendas de veículos elétricos têm registado um forte crescimento de ano para ano, registando-se um aumento muito significativo de veículos elétricos no parque automóvel português. Para que esta procura crescente se continue a verificar, torna-se imprescindível satisfazer as necessidades dos seus utilizadores, nomeadamente no que diz respeito ao carregamento deste tipo de veículos. A introdução dos vários tipos de postos de carregamento nos diagramas de carga e o aumento da potência localizada em pontos fragilizados da rede elétrica, tem-se apresentado como um desafio presente para os operadores das redes de distribuição de energia elétrica do nosso país. Com este trabalho, pretende-se estudar quais os principais impactos relacionados com o carregamento de veículos elétricos nas redes de Baixa Tensão e possíveis estratégias para solucionar esse problema. Devido à complexidade deste estudo e à variedade de situações existentes em Portugal, decidiu-se aplicá-lo à vila de Sesimbra. A razão desta escolha deve-se, principalmente, ao facto de Sesimbra ser uma vila histórica e com grande procura turística, acarretando assim uma maior dificuldade na instalação de postos de carregamento. Assim sendo, irão ser estudados os impactos nos diagramas de carga atuais dos postos de transformação existentes na vila, causados pelo incremento de carregadores na rede elétrica existente. Para isso irão ser utilizados dados reais da potência ativa dos postos de transformação, bem como o registo da energia consumida durante a utilização de postos de carregamento existentes, permitindo assim a construção dos vários cenários de carregamento.

Palavras-chave: Veículos Elétricos, Carregadores, Diagramas de Carga, Posto de Transformação.

Abstract

Nowadays, with the worsening of climate change, it is essential to create strategies to reduce greenhouse gas emissions. One of the measures with a strong impact on the minimization of these emissions was the development of vehicles powered by electric energy, especially if it is mostly produced from renewable energy. Portugal, among other countries, seeks to encourage the acquisition of electric vehicles, thus creating strategies that encourage users to opt for this type of transport. Sales of electric vehicles have been growing strongly year on year, with a very significant increase in the number of electric vehicles in the Portuguese car fleet. For this growing demand to continue, it is essential to meet the needs of its users, particularly with regard to charging this type of vehicle. The introduction of several types of charging stations in the load diagrams and the increase of power located in weak points of the electrical grid has presented itself as a present challenge for the operators of electrical energy distribution networks in our country. With this work, it is intended to study which are the main impacts related to the charging of electric vehicles in Low Voltage networks and possible strategies to solve this problem. Due to the complexity of this study and the variety of situations existing in Portugal, it was decided to apply it to the town of Sesimbra. The reason for this choice is due, mainly, to the fact that Sesimbra is a historical town and with great tourist demand, thus causing a greater difficulty in the installation of charging stations. Therefore, we will study the impacts on the current load diagrams of the existing transformer stations in the village, caused by the increase of chargers in the existing electrical grid. For this, real data on the active power of transformer stations will be used, as well as the record of energy consumed during the use of existing charging stations, thus allowing the construction of several charging scenarios.

Keywords: Electric Vehicles, Chargers, Charging Diagrams, Transformer Station.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Siglas e Acrónimos	xiv
Lista de Símbolos	xvi
Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1. Motivação e Objetivos	2
1.2. Organização da Dissertação	2
Capítulo 2	5
Estado da Arte	5
2.1. A Mobilidade Elétrica em Portugal	5
2.1.1. <i>MOBI.E</i>	6
2.1.2. <i>Organização da Mobilidade Elétrica em Portugal e os seus Stakeholders</i>	7
2.1.3. <i>Evolução do Mercado dos Veículos Elétricos</i>	9
2.1.4. <i>Tarifas Associadas ao Carregamento de Veículos Elétricos</i>	12
2.2. O Carregamento de Veículos Elétricos	19
2.2.1. <i>Tipos e modos de carregamento de Veículos Elétricos</i>	20
2.2.2. <i>Estado atual das infraestruturas e de postos de carregamento</i>	24
2.2.3. <i>Tecnologias dos postos de carregamento</i>	26
2.2.4. <i>Iniciativas de apoio à implementação de postos de carregamento</i>	30
2.3. Impacto associado ao carregamento de Veículos Elétricos	31
2.3.1. <i>Problemas associados aos carregamentos de Veículos Elétricos em ambiente residencial e público</i>	32
2.3.2. <i>Soluções para minimizar o pico de potência durante o carregamento de Veículos Elétricos</i>	36
2.3.3. <i>Afetação da qualidade de energia na rede de distribuição</i>	39
2.3.4. <i>Estratégias para otimizar a integração dos postos de carregamento na rede de distribuição</i>	40
Capítulo 3	43
Caso de Estudo	43
3.1. Introdução	43
3.2. Caracterização da Vila de Sesimbra	43
3.3. Situação atual da Mobilidade Elétrica na Vila de Sesimbra	45

3.4. Plano para a localização das infraestruturas de carregamento de Veículos Elétricos em Sesimbra	46
3.4.1. <i>Critérios específicos de localização</i>	47
3.4.2. <i>Localização definida para os pontos de carregamento em Sesimbra</i>	49
3.5. Tipologia da rede elétrica na vila de Sesimbra	50
3.6. Disponibilidade de potência elétrica para os postos de carregamento	52
3.6.1. <i>Identificação dos possíveis pontos de alimentação elétrica</i>	52
3.6.2. <i>Diagramas de carga atuais</i>	53
3.7. Caracterização dos possíveis postos de carregamento a instalar em Sesimbra	56
3.7.1. <i>Posto de carregamento lento ($P < 11 \text{ kW}$)</i>	56
3.7.2. <i>Posto de carregamento normal ($11 \text{ kW} \leq P \leq 22 \text{ kW}$)</i>	57
3.7.3. <i>Posto de carregamento rápido ($50 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$)</i>	59
3.7.4. <i>Posto de carregamento ultrarrápido ($P > 100 \text{ kW}$)</i>	60
3.7.5. <i>HUB de Carregamento</i>	62
Capítulo 4	65
Simulações e demonstrações de resultados	65
4.1. Postos de Carregamento e Cenários de Carregamento utilizados	65
4.1.1. <i>Posto de carregamento 1</i>	67
4.1.2. <i>Posto de carregamento 2</i>	68
4.1.3. <i>Posto de carregamento 3</i>	70
4.1.4. <i>HUB de carregamento</i>	71
4.2. Impacto nos diagramas de carga dos postos de transformação	73
4.2.1. <i>Sobreposição dos diagramas de carga</i>	74
4.2.1.1. <i>Cenário 1 de carregamento</i>	74
4.2.1.2. <i>Cenário 2 de carregamento</i>	76
4.2.1.3. <i>Cenário 3 de carregamento</i>	78
4.2.1.4. <i>Cenário 4 de carregamento</i>	80
4.3. Estudo Técnico Económico	82
4.3.1. <i>Análise Técnica</i>	84
4.3.2. <i>Análise Económica</i>	87
4.4. Gestão de energia em zonas de carregamento privadas	89
4.4.1. <i>Descrição e tipologia do sistema</i>	91
4.4.2. <i>Arquitetura do sistema</i>	92
Capítulo 5	95
Conclusões	95
Bibliografia	99
Apêndices	A1
Apêndice I - Localização PCVE na Vila de Sesimbra	A1
Apêndice II - Diagramas de carga atuais dos Postos de Transformação de Distribuição	A9
Apêndice III - Diagramas de carga dos Postos de Transformação de Distribuição afetados	A9

pelos cenários de carregamento	A15
Apêndice IV - Dimensionamentos Baixa Tensão	A28
Apêndice V - Estimativas Orçamentais das instalações.....	A44

Lista de Figuras

Figura 1 – Relacionamento das entidades envolvidas na mobilidade elétrica [4].	8
Figura 2 – Opções de VE (Adaptado de [7]).	9
Figura 3 – Vendas de BEV e PHEV em Portugal durante os anos de 2020, 2021 e 2022 [8].	10
Figura 4 – Estrutura do preço de carregamento de VE na rede de ME [12].	13
Figura 5 – Impacto das tarifas EGME no preço pago pelos UVE por carregamento (€/carregamento) [12].	14
Figura 6 – Comparação de opções de carregamento de VE e outras motorizações (custos dos combustíveis conforme boletim do mercado relativo a outubro de 2022) [12].	17
Figura 7 – Evolução dos postos de carregamento utilizados em 2021 e 2022 [19].	25
Figura 8 – Evolução do número de carregamentos em 2021 e 2022 [19].	25
Figura 9 – Tecnologias de carregamento [21].	27
Figura 10 – Diagrama de carga de uma residência [28].	33
Figura 11 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – sem carregamento de VE [28].	34
Figura 12 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – cenário 1 carregamento [28].	35
Figura 13 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – cenário 2 carregamento [28].	36
Figura 14 – Localização do concelho de Sesimbra, com a indicação das suas freguesias: verde – freguesia do Castelo; amarelo – freguesia da Quinta do Conde; azul – freguesia de Santiago.	44
Figura 15 – Carregador para VE instalado num candeeiro de rua proposto pela Galp [42].	48
Figura 16 – Imagem satélite da zona de Sesimbra, com a representação do cadastro da rede BT e MT.	51
Figura 17 – Imagens do PTD retiradas do cadastro das redes.	53
Figura 18 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 20/12/2020, PTD – 1511D2030500.	54
Figura 19 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 06/08/2020, PTD – 1511D2030500.	54
Figura 20 – Imagem ilustrativa de carregadores desta gama de potência.	57
Figura 21 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante Magnum Cap.	58
Figura 22 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante ABB.	59
Figura 23 – Carregamento de um Hyundai Ioniq num posto de 50 kW, 150 kW e de 300 kW [44].	61
Figura 24 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante EFACEC.	62
Figura 25 – HUB de carregamento, localizado em Sintra [45].	63
Figura 26 – Gráfico da variação da velocidade de carregamento em função do nível de carga da bateria [47].	66

Figura 27 – Diagrama de carga do posto de carregamento 1.....	68
Figura 28 – Diagrama de carga do posto de carregamento 2.....	69
Figura 29 – Diagrama de carga do posto de carregamento 3.....	71
Figura 30 – Diagrama de carga da uma estação HUB constituída por 4 PCVE rápidos de 50kW. 73	
Figura 31 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, inverno, cenário 1 de carregamento.....	74
Figura 32 –Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, verão, cenário 1 de carregamento.	75
Figura 33 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, agosto, cenário 1 de carregamento, pico máximo de potência.	75
Figura 34 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 2 de carregamento.	76
Figura 35 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 2 de carregamento.....	77
Figura 36 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 2 de carregamento, pico máximo de potência.	77
Figura 37 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 3 de carregamento.	78
Figura 38 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 3 de carregamento.....	79
Figura 39 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 3 de carregamento, pico máximo de potência.	79
Figura 40 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 4 de carregamento.	80
Figura 41 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 4 de carregamento.....	81
Figura 42 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 4 de carregamento, pico máximo de potência.	81
Figura 43 – Exemplo de instalações de acesso público estabelecidas em locais de domínio público ou privado, utilizando PC integrado na ME, figura 6 do documento [34].	85
Figura 44 – Esquema unifilar da ligação elétrica do PCVE.....	85
Figura 45 – Ilustração do sistema de gestão de carregamento em função do SOC das baterias dos VE.	91
Figura 46 – Arquitetura do sistema de gestão e monitorização [53].....	93
Figura 47 – Imagem satélite da localização do PCVE n.º 1.....	A2
Figura 48 – Identificação do PT n.º 1511D2005300.....	A3
Figura 49 – Informações retiradas do cadastro sobre o PT n.º 1511D2005300.	A3
Figura 50 – Imagem satélite da localização do PCVE n.º 2.....	A4
Figura 51 – Identificação dos PTs n.º 1511D2030500 e 1511D2006500.	A4
Figura 52 – Informações retiradas do cadastro sobre os PTs n.º 1511D2030500 e 1511D2006500.	A5
Figura 53 – Imagem satélite da localização do PCVE n.º 3.....	A6
Figura 54 – Identificação dos PTs n.º 1511D2022900 e 1511D2014400.	A6
Figura 55 – Informações retiradas do cadastro sobre os PTs n.º 1511D2022900 e 1511D2014400.	A7
Figura 56 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 05/12/2020, PTD – 1511D200300.	A9
Figura 57 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 28/08/2020, PTD – 1511D200300.....	A10
Figura 58 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 01/01/2020, PTD – 1511D2006500.	A10

Figura 59 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 22/08/2020, PTD – 1511D2006500.....	A11
Figura 60 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 31/12/2020, PTD – 1511D2022900.	A11
Figura 61 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 22/08/2020, PTD – 1511D2022900.....	A12
Figura 62 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 31/12/2020, PTD – 1511D2014400.	A12
Figura 63 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 08/08//2020, PTD – 1511D2014400.....	A13
Figura 64 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 1 de carregamento....	A15
Figura 65 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 1 de carregamento.	A16
Figura 66 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 2 de carregamento....	A16
Figura 67 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 2 de carregamento.	A17
Figura 68 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 3 de carregamento....	A17
Figura 69 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 3 de carregamento.	A18
Figura 70 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 1 de carregamento....	A18
Figura 71 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 1 de carregamento.	A19
Figura 72 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 2 de carregamento....	A19
Figura 73 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 2 de carregamento.	A20
Figura 74 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 3 de carregamento....	A20
Figura 75 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 3 de carregamento.	A21
Figura 76 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 1 de carregamento....	A21
Figura 77 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 1 de carregamento.	A22
Figura 78 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 2 de carregamento....	A22
Figura 79 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 2 de carregamento.	A23
Figura 80 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 3 de carregamento....	A23
Figura 81 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 3 de carregamento.	A24
Figura 82 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 1 de carregamento....	A24
Figura 83 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 1 de carregamento.	A25
Figura 84 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 2 de carregamento....	A25
Figura 85 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 2 de carregamento.	A26
Figura 86 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 3 de carregamento....	A26
Figura 87 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 3 de carregamento.	A27
Figura 88 – Exemplo de instalações de acesso público estabelecidas em locais de domínio público ou privado, utilizando PC integrado na ME, figura 6 do documento [34].	A28
Figura 89 – Esquema unifilar da ligação elétrica do PCVE.....	A29
Figura 90 – Coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção [49].	A29
Figura 91 – Correntes admissíveis método de referência D, adaptado do Quadro 52-C30 das RTIEBT [49].....	A32
Figura 92 – Correntes admissíveis método de referência D, adaptado do Quadro 52-C30 das RTIEBT [49].....	A33
Figura 93 – Quedas de tensão máximas admissíveis, adaptado do Quadro 52O das RTIEBT [49].	A34
Figura 94 – Esquema unifilar com a identificação do ponto de defeito.....	A36

Figura 95 – Identificação da subestação “Santana”.....	A37
Figura 96 – Informações da subestação “Santana”, retirados da Plataforma disponibilizada pela E-REDES.....	A37

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Marcas e modelos de veículos BEV mais conhecidos (março de 2023).	11
Tabela 2 – Custo associado aos vários tipos de carregamento de dois VE distintos.	18
Tabela 3 – Resumo do tipo de conectores, previstas para o modo 3 de carregamento (adaptado de [18]).	22
Tabela 4 – Resumo do tipo de conectores, previstas para o Modo 4 de carregamento (adaptado de [18]).	24
Tabela 5 – Número de postos de carregamento na rede MOBI-E, desde 2016 até fevereiro de 2022.	25
Tabela 6 – Modelos de VE utilizados na Europa e as suas características de carregamento AC e DC, registado em 2022.	28
Tabela 7 – Localização e tipo de carregamento proposto para a vila de Sesimbra (adaptado [16]).	50
Tabela 8 – Identificação do PTD para alimentação elétrica do PCVE_R_2.	52
Tabela 9 – Valores de potência ativa registados no ano de 2020 para o PTD identificado, nas estações de inverno e verão.	55
Tabela 10 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 1 no dia 7 de julho de 2022.	67
Tabela 11 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 2 no dia 20 de julho de 2022.	69
Tabela 12 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 3 no dia 6 de julho de 2022.	70
Tabela 13 – Quatro registos do PCVE n.º 2, utilizados para a construção do cenário HUB.	72
Tabela 14 – Dimensionamentos dos cabos de baixa tensão para o PCVE_2_R.	86
Tabela 15 – Custo de instalação dos postos de carregamento rápidos para o curto, médio e longo prazo [16].	87
Tabela 16 – Postos de carregamento rápidos para Sesimbra e custos associados.	88
Tabela 17 – Caracterização do carregamento de veículos elétricos previsto para o concelho de Sesimbra.	A1
Tabela 18 – Resumo da localização dos PCVE e da identificação dos respetivos PT.	A8
Tabela 19 – Valores de potência ativa registados no ano de 2020 para os PTD identificados, nas estações de inverno e verão.	A14
Tabela 20 – Resumo dos dimensionamentos dos cabos de baixa tensão realizados.	A43

Lista de Siglas e Acrónimos

AC	Alternating Current (Tradução: Corrente alternada)
APVE	Associação Portuguesa do Veículo Elétrico
AT	Alta Tensão
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i> (Tradução: Veículo Elétrico a Bateria)
BT	Baixa Tensão
CHadeMO	CHArge de Move (Tradução: Carga de Movimento)
CCS	<i>Combined Charging System</i> (Tradução: Sistema de Carregamento Combinado)
CEME	Comercializador de Eletricidade para a Mobilidade Elétrica
CMS	Câmara Municipal de Sesimbra
CSE	Comercializadores do Setor Elétrico
DC	Direct Current (Tradução: Corrente Contínua)
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DL	Decreto-Lei
DPC	Detentor do Posto de Carregamento
EAFO	<i>European Alternative Fuels Observatory</i> (Tradução: Observatório Europeu de Combustíveis Alternativos)
EDP	Energias de Portugal
EGME	Entidade Gestora da Rede Mobilidade Elétrica
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
EVHS	<i>Electric Vehicle Homecharge Scheme</i> (Tradução: Sistema doméstico de carregamento elétrico)
GAMEP	Gabinete para a Mobilidade Elétrica em Portugal
GOME	Gestão de Operações da Rede de Mobilidade Elétrica
ICCB	<i>In-cable Control Box</i>

	(Tradução: Caixa de controlo incorporada no cabo)
IEC	Imposto sobre o Consumo de Energia Elétrica
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
MAT	Muito Alta Tensão
ME	Mobilidade Elétrica
MOBI.E	Entidade Gestora da Rede de Mobilidade Elétrica
MT	Média Tensão
OPC	Operador de Posto de Carregamento
ORD	Operadores de Redes de Distribuição de Eletricidade
PC	Ponto de Carregamento
PCVE	Posto de Carregamento de Veículos Elétricos
PCLR	Pedido de Condições de Ligação à Rede
PHEV	<i>Plug-In Hybrid Electric Vehicle</i> (Tradução: Veículo Híbrido Elétrico Plug-In)
PLR	Pedido de Ligação à Rede
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PT	Posto de Transformação
PTC	Posto de Transformação Cliente
PTD	Posto de Transformação de Distribuição
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RME	Regulamento da Mobilidade Elétrica
RTIEBT	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SOC	<i>State of Charge</i> (Tradução: Estado de carga da bateria)
TVDE	Transporte Individual de passageiros em veículo descaracterizado
UVE	Utilizadores de Veículos Elétricos
	Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure
WLTP	(Tradução: Procedimento de testes de veículos ligeiros a nível Mundial)
V2G	<i>Vehicle-to-grid</i> (Tradução: Veículo para Rede)
VCI	Veículos de Combustão Interna
VE	Veículos Elétricos

Lista de Símbolos

b	Coeficiente (igual a 1 para circuitos trifásicos e 2 para circuitos monofásicos)
I_2	Corrente convencional de funcionamento
I_B	Corrente de serviço
I_{CC}	Corrente de curto-circuito
I_N	Corrente estipulada do dispositivo de proteção
L	Comprimento
S	Potência aparente
s	Secção dos condutores de fase e neutro
t	Tempo de fadiga térmica
U	Tensão
U_0	Tensão entre fase e o neutro
$U_{q.d.t.}$	Queda de tensão
λ	Reactância linear dos condutores
ρ_1	Resistividade dos condutores à temperatura de serviço normal
P_{dc}	Poder de corte
I_{cc}	Corrente de curto-circuito
R	Resistência
X	Reactância

Capítulo 1

Introdução

O setor do transporte é muito importante para a atividade humana. Na atualidade é impensável não termos um meio de transporte para nos deslocarmos. No entanto, a dependência pelos combustíveis fósseis tem gerado bastante polémica em todo o mundo, devido ao elevado nível de poluição e ao risco que esta apresenta para a população em geral. Neste contexto, Portugal, entre outros países da União Europeia, adotou um conjunto de medidas políticas na área da mobilidade sustentável, nomeadamente a forte aposta na substituição dos Veículo de Combustão Interna (VCI) por veículos totalmente, ou parcialmente, elétricos, em parceria com a aposta nas energias renováveis.

Os Veículos Elétricos (VE) destacam-se dos restantes devido ao uso, total ou parcial, de energia elétrica para a sua propulsão. Contudo, só são considerados veículos totalmente elétricos os que não utilizam quaisquer motores convencionais a combustão para o seu arranque e respetiva deslocação. Os progressos das tecnologias utilizadas no desenvolvimento dos VE são de extrema importância para assegurar um desempenho superior a um VCI, tornando-o muito competitivo a nível de mercado.

Desde o ano de 2010 que as vendas deste tipo de veículos tem apresentado um crescimento muito acelerado e consolidado, sendo isto possível devido aos avanços tecnológicos na construção das suas baterias de tração, em simultâneo com a redução do seu custo, promovendo uma maior autonomia e, por sua vez, um aumento da confiança para os seus compradores.

Um dos fatores que despromove a aquisição de um VE por parte de um dado comprador é o facto de existir ainda alguma dificuldade no carregamento elétrico deste tipo de veículos, face a um veículo movido a combustíveis fósseis. De forma a contrariar este fator, vários países, entres eles Portugal, têm investido bastante ao nível das infraestruturas de mobilidade elétrica, permitindo não só o carregamento do veículo, mas também minimizando o tempo de espera dos carregamentos através da instalação de Posto de Carregamento de Veículos Elétricos (PCVE) de elevada potência.

Contudo, o desenvolvimento das infraestruturas de carregamento é algo complexo e deve ter em conta as tecnologias disponíveis, as questões técnicas e políticas associadas a este assunto e o impacto que poderá apresentar para a rede de distribuição elétrica

existente. Com o aumento do número de VE, as taxas de carregamento tendem a aumentar tornando-se assim numa nova carga significativa para os diagramas de carga das redes de distribuição.

Se o carregamento de VE for realizado em períodos onde existe maior solicitação de energia à rede, normalmente designados por períodos de “ponta”, poderão ocorrer situações onde a procura de energia elétrica é superior à capacidade de fornecimento da mesma, ou seja, superior à capacidade da potência de um transformador. Desta forma, torna-se assim importante analisar e planejar a expansão das infraestruturas elétricas existentes, de modo que estas possam acompanhar a evolução da potência solicitada pelos carregamentos.

1.1. Motivação e Objetivos

A motivação que impulsionou o desenvolvimento de um estudo sobre o presente tema, iniciou-se na unidade curricular de Veículos Elétricos presente no plano de estudos do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Tal motivação continuou a ganhar expressão durante o desenvolvimento da atividade profissional na área de Projeto de Engenharia, onde um dos ramos com maior amplitude é o das instalações elétricas em Baixa Tensão (BT) e em Média Tensão (MT). Nesta área são abordadas diversas questões relacionadas com o tema das alimentações elétricas de PCVE e com os possíveis constrangimentos que estas apresentam para as redes locais de distribuição elétrica.

Neste contexto, surgiu a oportunidade de realizar um estudo sobre os impactos do carregamento de VE numa rede de distribuição localizada numa vila de Portugal Continental. O Presente trabalho foca-se no estudo e análise de um plano para a implementação de PCVE, com o propósito de analisar quais os possíveis impactos nas infraestruturas elétricas locais. Dessa forma, foram identificados alguns Postos de Transformação de Distribuição (PTD), com o propósito de perceber se estes dispõem de reserva de potência através da análise dos seus diagramas de carga.

1.2. Organização da Dissertação

Para se chegar aos objetivos propostos, é necessário serem estudados alguns conceitos base sobre este tema, tendo sido desenvolvidos 5 capítulos principais:

- Capítulo 1 – Neste capítulo é realizado o enquadramento sobre o tema do

presente trabalho, expondo a motivação que levou à sua elaboração e os objetivos propostos a serem alcançados;

- Capítulo 2 – Neste capítulo será realizado um levantamento teórico relativo aos conceitos que sustentam o tema principal do documento e que servirão como base teórica para se chegar aos objetivos definidos;
- Capítulo 3 – Neste capítulo será apresentado o Caso de um Estudo que recai sobre a vila de Sesimbra, onde serão apresentadas as infraestruturas existentes no local e o plano para a localização das infraestruturas de carregamento de veículos elétricos;
- Capítulo 4 – Neste capítulo serão apresentados os resultados experimentais e de simulação, face aos cenários de carregamento de veículos elétricos e aos diagramas de carga dos postos de transformação existentes;
- Capítulo 5 – No capítulo final, serão apresentadas as considerações e conclusões do presente estudo, sendo as mesmas acompanhadas de perspetivas de desenvolvimento futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

O presente capítulo aborda os principais temas e conceitos atuais mais relevantes para desenvolvimento desta dissertação, elaborando uma análise pormenorizada sobre cada um deles. Serão abordados temas relacionados com a Mobilidade Elétrica (ME) em Portugal e de como esta tem evoluído ao longo do tempo. Serão igualmente analisadas as soluções de carregamento implementadas atualmente e quais os impactos que estas traduzem nas redes de distribuição num ambiente residencial e nas infraestruturas de distribuição de energia públicas.

2.1. A Mobilidade Elétrica em Portugal

A ME em Portugal tem vindo a desenvolver-se desde muito cedo, tornando o país num exemplo a nível mundial no que diz respeito a este tópico. Desde 2005 que Portugal tem agido por forma a dar resposta a alguns dos objetivos relacionados com a eficiência energética, alguns deles, fixados na Diretiva 2006/32/CE, do Parlamento e do Conselho de 5 de abril de 2006. Esta diretiva determinou que os Estados Membros criassem estratégias para atingirem, até ao ano de 2016, uma economia de energia de 9%.

Neste âmbito, surgiu o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). Este plano tinha como principal objetivo a implementação, até ao ano de 2015, de medidas para melhorar a eficiência energética no nosso país. Até 2020 os Estados Membros comprometeram-se em reduzir os gases de efeito de estufa em 20% [1].

Desde então foram-se desenvolvendo projetos piloto, ao nível nacional e europeu, para o incentivo do desenvolvimento tecnológico no setor do transporte e na substituição dos combustíveis fósseis pelas energias limpas, tendo sido em 2009, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2009, de 20 de fevereiro, aprovado o primeiro Programa para a Mobilidade Elétrica (PME).

Segundo o Decreto-Lei (DL) 94/2010, de 11 de junho, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2009, de 7 de setembro, veio estabelecer os objetivos do PME, bem como aprovar o respetivo modelo e as fases de desenvolvimento, tendo sido previsto uma fase piloto de uma rede integrada de pontos de carregamento de VE.

Ainda através deste programa, para garantir a funcionalidade e a gestão da mobilidade elétrica em Portugal, em 2010, foi constituída a entidade Rede de Mobilidade Elétrica (MOBI.E), com o intuito de desenvolver uma rede de postos de carregamento de VE a nível nacional.

2.1.1. MOBI.E

A MOBI.E é a entidade responsável pela gestão e monitorização de uma rede de infraestruturas para o abastecimento de VE em Portugal. No entanto, a sua criação coincidiu com o período da crise económica e financeira que atingiu Portugal durante dos anos de 2010 e 2014 e, conseqüentemente levando à sua inatividade até ao ano de 2015.

A rede piloto foi abrangida por um total de 25 municípios e estava previsto que até ao final do ano de 2011 fossem instalados cerca de 1300 pontos de carregamento normal e 50 de carregamento rápido. Nessa altura a empresa Energias de Portugal (EDP) era a detentora de 51% do capital, tendo sido o restante capital disperso por outras entidades públicas e privadas, com participações de 5% ou até 10%, respetivamente [2].

Relativamente ao projeto piloto, em 2009, não foi possível obter uma resposta positiva. A introdução de VE no mercado português foi bastante reduzida e, conseqüentemente, verificou-se uma fraca adesão às infraestruturas de carregamento criadas para o efeito. Isto foi uma consequência da crise económica e financeira, provocando a interrupção dos projetos em desenvolvimento, bem como a suspensão da instalação e manutenção de postos de carregamento.

Em 2014 o regime da mobilidade elétrica foi alvo de alterações através da publicação do DL n.º 90/2014 (alteração ao DL 39/2010), de 11 de junho, tendo sido definidas novas regras na utilização de postos de carregamento em espaço privados [3]. A MOBI.E pertencia à INTELI - Inteligência em Inovação, Centro de Inovação, mas no ano de 2015 passou para o estado português com a transferência das ações para a Direção-Geral do Tesouro e Finanças [4].

Atualmente (abril de 2023), segundo o site da entidade MOBI.E, a rede de carregamento de acesso público é composta por 3380 postos de carregamento distribuídos por Portugal [5].

2.1.2. Organização da Mobilidade Elétrica em Portugal e os seus Stakeholders

Para assegurar a coordenação, dinamização e orientação dos vários agentes relacionados com a rede de ME, foi criado o Gabinete para a Mobilidade Elétrica em Portugal (GAMEP). Este grupo tinha como principal função a disponibilização dos meios necessários para a rede de ME, toda a definição da gestão técnica, financeira e empresarial [6].

As infraestruturas da ME em Portugal integram diversos atores que interagem, através de processos contratuais e das redes físicas, para disponibilizar o serviço da ME ao cliente final. Ora, segundo o Regulamento da Mobilidade Elétrica (RME), as entidades que caracterizam a organização da mobilidade elétrica em Portugal são:

Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE)¹: cliente da rede de ME que, para o carregamento das baterias do seu VE, utiliza os pontos de carregamento integrados nessa rede.

Comercializador de Eletricidade para a Mobilidade Elétrica (CEME): entidade responsável pela comercialização de eletricidade para a ME. Compra de energia a grosso ao comercializador do setor energético e vende-a a retalho aos UVE. A MOBI.E disponibiliza uma lista com os CEME existentes no mercado.

Operador de Posto de Carregamento (OPC): entidade responsável pela instalação, disponibilização, exploração e manutenção das infraestruturas de acesso público ou privativo, integradas na rede de ME, permitindo assim o carregamento dos VE. A MOBI.E disponibiliza uma lista com os OPC existentes no mercado.

Detentor do Posto de Carregamento (DPC): pessoa singular, coletiva ou equiparada, titular de um ponto de carregamento localizado em zona de acesso privado, integrado na rede de ME, por opção do titular para uso próprio ou de um número limitado de utilizadores, dando como exemplo: uma empresa, hotel, restaurante ou um condomínio.

¹ A sigla UVE também é utilizada para denominar a Associação dos Utilizadores de Veículos Elétricos, sendo esta um organismo sem fins lucrativos, cuja missão é promover a mobilidade elétrica.

Operadores de Redes de Distribuição de Eletricidade (ORD): entidade responsável pela ligação de todos os locais de consumo (pontos de carregamento) à rede de distribuição de energia elétrica, dando como exemplo: A E-REDES, anteriormente designada por EDP Distribuição. Esta entidade também disponibiliza à Entidade Gestora da Rede Mobilidade Elétrica (EGME) todos os consumos agregados a cada posto de carregamento integrado na rede de ME.

Entidade Gestora da Rede Mobilidade Elétrica (EGME): entidade responsável pela gestão e monitorização da rede de ME, nomeadamente em termos de fluxos energéticos, de informação e financeiros, necessários para o seu funcionamento. Atualmente a MOBI.E é a entidade que desempenha esta função.

Para facilitar o entendimento do relacionamento entre as entidades referidas anteriormente, é apresentado a seguinte figura:

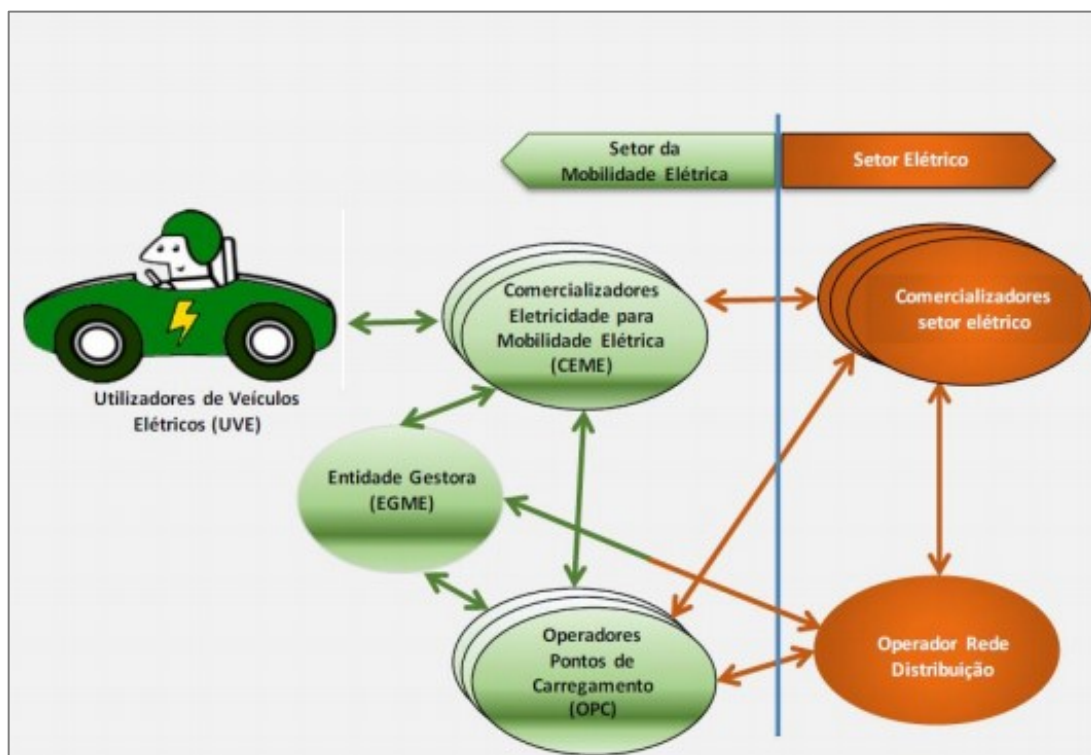


Figura 1 – Relacionamento das entidades envolvidas na mobilidade elétrica [4].

Os UVE devem estabelecer contratos com os CEME, de modo a ser-lhes disponibilizado o serviço nos pontos de carregamento dos OPC. A EGME, conforme explicado anteriormente, garante o fluxo de dados necessários para a faturação desses contratos. A EGME e os ORD trocam informações para imputação dos consumos na rede elétricas a carteiras da comercialização de Comercializadores do Setor Elétrico (CSE).

Além das entidades mencionadas anteriormente, a atual legislação prevê a possibilidade de integração na rede de ME de pontos de carregamento de acesso privativo, para uso exclusivo ou partilhado, a pedido dos próprios detentores do local da instalação do ponto de carregamento. O regime atual determina que a atividade de Gestão de Operações da Rede de Mobilidade Elétrica (GOME) esteja sujeita a regulação pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) [4].

2.1.3. Evolução do Mercado dos Veículos Elétricos

O mercado dos VE é apresentado aos compradores por diversos fabricantes com as suas linhas de produção muito específicas. Na figura 2 são apresentadas as várias opções de tecnologia de VE existentes atualmente no mercado, com o intuito de oferecer aos futuros utilizadores um leque de escolhas consoante as suas necessidades e poder económico.

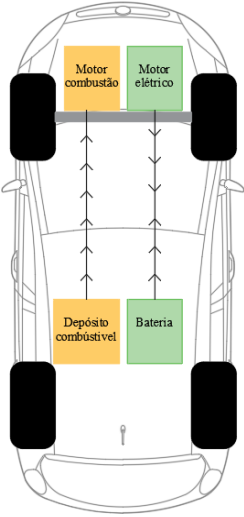
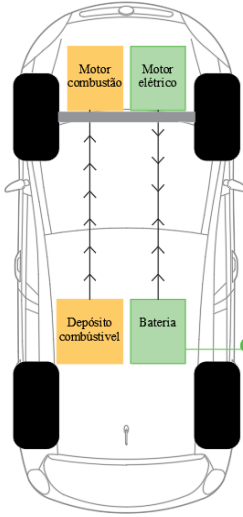
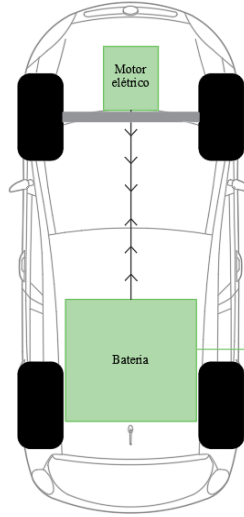
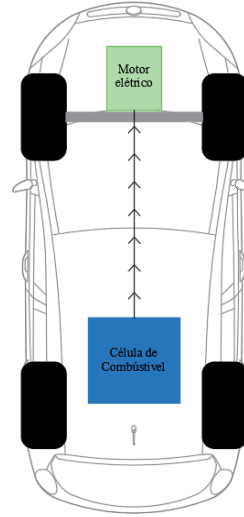
Hybrid Electric Vehicle (HEV)	Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	Battery Electric Vehicle (BEV)	Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)
			
<p>Pequeno motor elétrico e bateria para dar suporte ao motor a combustão;</p> <p>Poucos km em elétrico puro;</p> <p>Sem possibilidade de carregamento da rede.</p>	<p>Mesmo princípio do HEV, mas com uma bateria com mais capacidade;</p> <p>Cerca de 50 km em elétrico puro;</p> <p>Possibilidade de carregamento da rede.</p>	<p>Apenas com motor elétrico e uma grande bateria exclusiva para a sua movimentação;</p> <p>Cerca de 200 a 700 km de autonomia;</p> <p>Carregamento através da rede.</p>	<p>Apenas com motor elétrico com uma célula de combustível para gerar energia a partir do hidrogénio;</p> <p>Protótipo com recorde mundial de 2055,68 km de autonomia;</p> <p>Sem possibilidade de carregamento da rede.</p>

Figura 2 – Opções de VE (Adaptado de [7]).

Das quatro opções apresentadas na figura 2, apesar de todas fazerem parte do mercado de VE, o presente estudo apenas irá realçar os veículos que permitem o carregamento através da rede de energia elétrica, sobretudo os modelos *Battery Electric*

Vehicle (BEV) cujo funcionamento é puramente elétrico e os *Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)*, cujo funcionamento nem sempre é puramente elétrico.

Os dados estatísticos demonstram que em Portugal as vendas de VE têm sido notórias tendo-se registado na última década um crescimento significativo. Analisando o gráfico presente na figura 3, é possível verificar que o crescimento do número de vendas de VE ao longo dos anos segue um crescimento, aumentando significativamente de ano para ano.

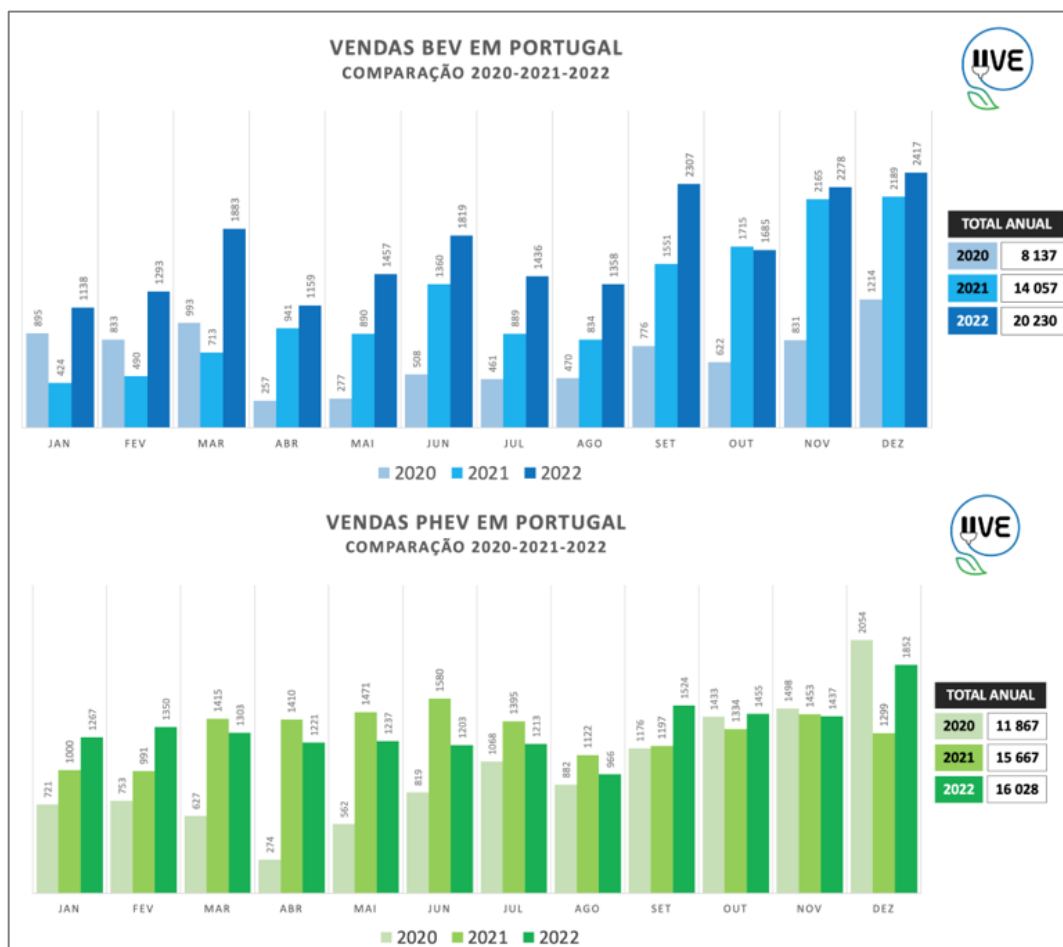


Figura 3 – Vendas de BEV e PHEV em Portugal durante os anos de 2020, 2021 e 2022 [8].

O crescimento das vendas de veículos 100% elétricos teve um aumento de 149% em dois anos, conforme se pode observar na figura 3: a 31 de dezembro de 2020 foram vendidos 8137 e a 31 de dezembro de 2022 foram vendidos 20230. Já nos veículos PHEV foi registado um crescimento em dois anos de 35 % [8], mostrando mais uma vez que a ME em Portugal mantém um crescimento acelerado e consolidado.

Com a evolução da venda dos VE, as marcas foram obrigadas a produzirem modelos capazes de acompanhar a tendência do mercado, fabricando novos modelos cada vez mais competitivos, dos quais se destacam atualmente as marcas Tesla, Peugeot, BMW, Hyundai e Nissan [9].

Das marcas referidas anteriormente destacam-se os modelos de VE indicados na tabela 1 e algumas das suas características mais importantes retiradas do site *Electric Vehicle Database* [10] e dos sites dos respetivos fabricantes:

Tabela 1 – Marcas e modelos de veículos BEV mais conhecidos (março de 2023).

Fabricante	Modelo	Capacidade da bateria utilizável (kWh)	Autonomia (WLTP) ² (km)	Velocidade máxima (0-100 km/h)	Aceleração (km/h)	Preço a partir de:
Tesla	Model Y	57,5	455	217	6,9 s	46 990,00 €
Tesla	Model 3	57,5	491	225	6,1 s	44 990,00 €
Peugeot	e-208	50	362	150	8,1 s	33 320,00 €
Peugeot	e-2008	50	337	150	8,5 s	37 770,00 €
BMW	iX1 xDrive30	64,7	417-440	180	5,6 s	63710,00 €
BMW	i4 eDrive35	67	406-483	190	6 s	57 420,00 €
Hyundai	Kauai EV	64	484	167	7,9 s	42 900,00 €
Hyundai	IONIQ 5	77,4	507	185	7,3 s	43 900,00 €
Nissan	Leaf	40	270	144	7,9 s	34 900,00 €
Nissan	Ariya	87	445	160	7,6 s	66 490,00 €

Para além das características dos veículos, são apresentados os preços para a aquisição de cada um destes modelos. O valor para os modelos standard de veículos BEV poderá ficar abaixo dos 40.000 €, no entanto, já o custo de um modelo topo de gama poderá ultrapassar os 100.000 €.

Conforme se pode verificar na tabela 1, estes modelos diferenciam-se, principalmente, pelas suas baterias de diferente capacidade e pelas diferenças de autonomia, sendo estes os aspetos mais importantes, na aquisição de um veículo deste tipo, para o utilizador.

² A sigla WLTP é a abreviação, em inglês, para o “procedimento mundial harmonizado de testes para veículos leves”. Este método serve para determinar o consumo de combustível (neste caso eletricidade).

2.1.4. Tarifas Associadas ao Carregamento de Veículos Elétricos

Para um dado utilizador de VE poder efetuar o carregamento do seu veículo, num dado posto de carregamento integrado na rede MOBI.E, deverá utilizar um dos seguintes procedimentos possíveis:

- Realizar um contrato com um CEME: após a realização desse contrato é disponibilizado, ao utilizador, um cartão que permite efetuar o carregamento em qualquer posto independentemente do OPC;
- Utilizar uma aplicação em dispositivo móvel: permitindo realizar o carregamento sem ter um contrato com um CEME, esta última solução torna-se ideal para utilizadores estrangeiros que estejam de viagem e não possuem contratos com os CEME nacionais.

Assumindo que a maior parte dos UVE possuem um contrato com um CEME, durante um carregamento na rede MOBI.E deve ser tido em conta que o valor a pagar, para além daquele que é contratualizado com o CEME, é uma combinação de quatro parcelas, segundo o ponto n.º 2 do artigo 13º do RME [11][12]:

- **Componente CEME:** consta do contrato negociado entre o CEME e o UVE. Respeita a eletricidade fornecida para o carregamento de VE, incluindo: o valor da eletricidade e da sua comercialização; as redes de energia elétrica, bem como a tarifa EGME aplicável aos CEME;
- **Componente OPC:** inclui a utilização dos pontos de carregamento, assim como a tarifa EGME aplicável aos OPC;
- **Componente de taxas e impostos:** definidos pelo esta português, designadamente: o imposto especial sobre o consumo de energia elétrica (IEC) e o imposto sobre o valor acrescentado (IVA), se aplicável;
- Outros serviços que possam ser prestados.

Resumindo, o preço final a pagar pelos UVE incorpora tarifas reguladas, definidas pela ERSE, quer sejam as tarifas da EGME, aplicáveis aos CEME e aos OPC. Na figura 4 é apresentado a estrutura do preço de carregamento de VE na rede de ME [12]:

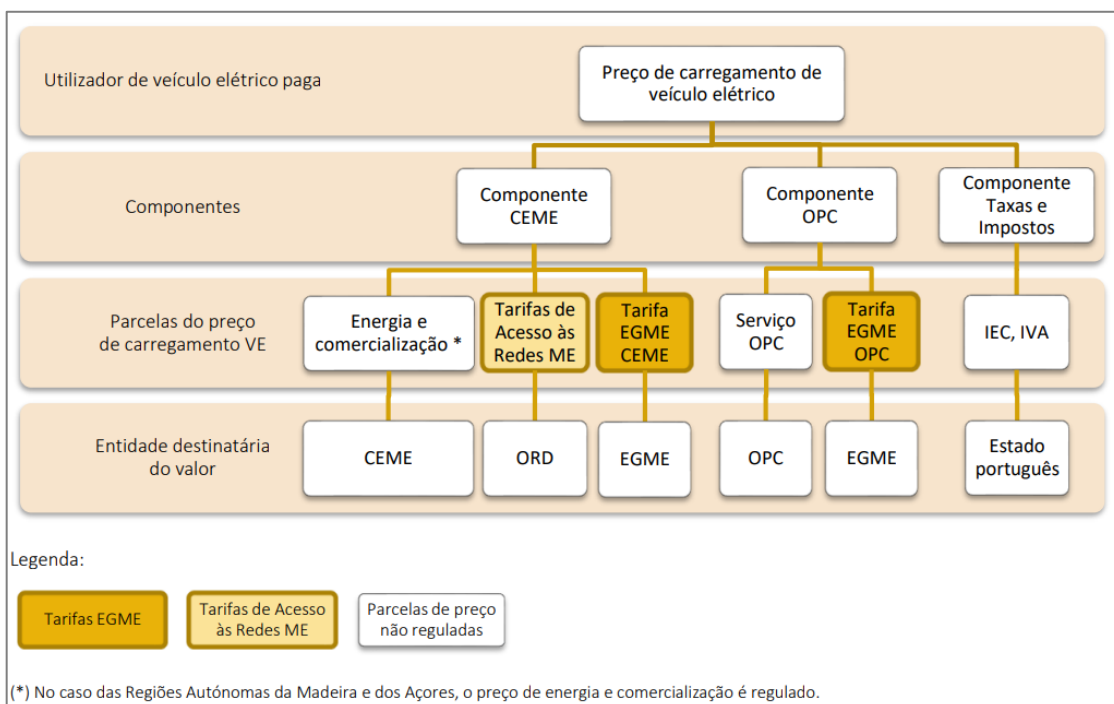


Figura 4 – Estrutura do preço de carregamento de VE na rede de ME [12].

A parcela CEME corresponde à venda de eletricidade relativa ao carregamento do VE, incluindo as tarifas de acesso à rede para a ME, a tarifa EGME aplicável aos CEME, bem como o apoio do Estado à ME. Os CEME cobram os seus serviços com uma margem em função de uma, ou de uma combinação, das seguintes variáveis [11]:

- Custo por energia consumida: €/kWh;
- Custo por unidade de tempo: €/min.;
- Custo por sessão de carregamento: €/ carregamento.

Já a parcela relativa ao OPC, corresponde ao serviço de disponibilização do posto de carregamento e inclui os custos que suportam para prestarem os seus serviços (apenas a disponibilização do posto) com uma margem em função de uma, ou da combinação, das seguintes variáveis [11]:

- Custo por energia consumida: €/kWh;
- Custo por unidade de tempo: €/min.;
- Custo por sessão de carregamento: €/ carregamento.

A parcela OPC inclui a tarifa EGME aplicável aos OPC, que será integrada na fatura emitida aos UVE pelos CEME, que, posteriormente, transferem as importâncias devidas para os respetivos OPC, com base em informações fornecidas pela MOBI.E [11].

Por fim, as taxas e impostos que incluem o IEC e o IVA. O IEC é composto por um termo variável a aplicar ao consumo de eletricidade, sendo a taxa, em Portugal Continental, de 0,001 €/kWh. Já o IVA, como é de conhecimento geral, atualmente é de 23% no Continente, 22% na Madeira e 18% nos Açores [11].

Para demonstrar as explicações dadas anteriormente, será de seguida apresentada uma avaliação do preço final a pagar por um UVE num dado cenário de carregamento.

Nesta avaliação foi considerado o que se considera ser o mais representativo dos carregamentos realizados na rede MOBILE em termos de consumo. O cenário de carregamento corresponde a um consumo de 9,5 kWh/carregamento, valor médio do intervalo de consumo por carregamento mais frequente nos meses de julho 2021 a agosto de 2022 [12].

Para além do cenário de carregamento, foi assumido a estrutura de consumo entre as horas de vazio e as horas fora de vazio. Na construção do preço final analisaram-se as opções em termos de ponto de carregamento (normais e rápidos) e dos respetivos pontos de entrega da rede em BT e MT [12], conforme se pode verificar na seguinte figura:

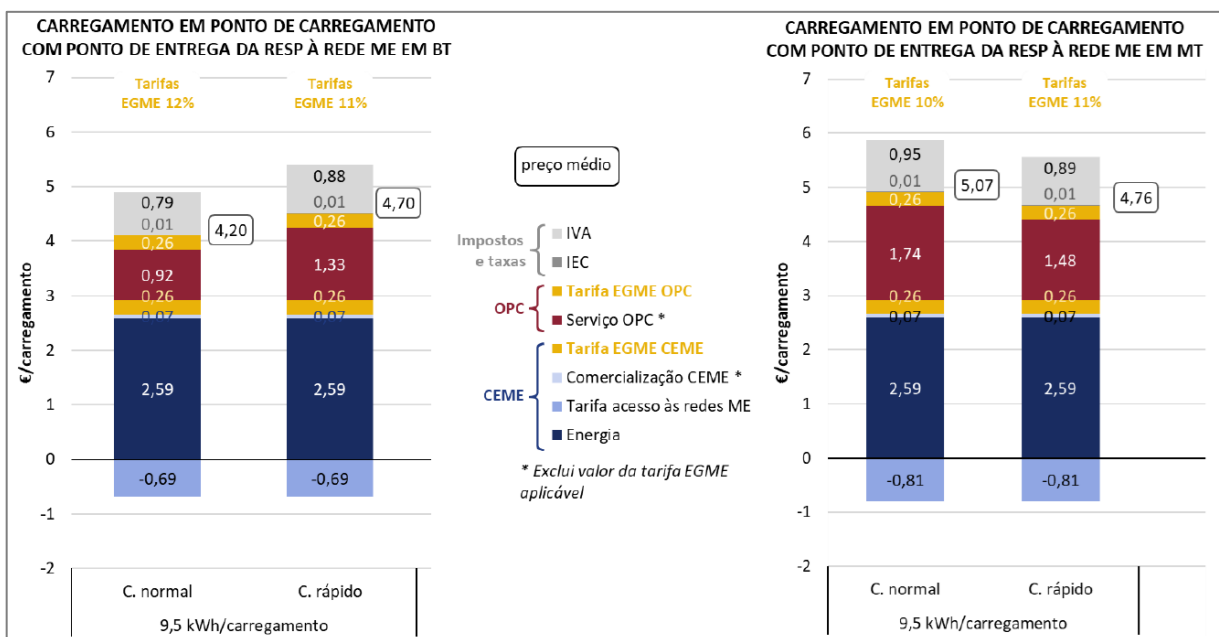


Figura 5 – Impacto das tarifas EGME no preço³ pago pelos UVE por carregamento (€/carregamento) [12].

³ Foi assumido que os preços apresentados na respetiva Referência foram obtidos na data da sua publicação: dezembro de 2022.

Na figura 5 é apresentado uma avaliação do preço final a pagar pelo UVE por um carregamento de 9,5 kW num posto de carregamento normal e rápido. Para além disso são comparados os preços relativos aos pontos de entrega em BT e em MT para os postos de carregamento.

Os resultados na avaliação demonstrada na figura 5, mostram que as tarifas EGME representam cerca de 10% a 12% da fatura total paga pelo UVE por cada carregamento de 9,5 kWh. Conclui-se igualmente que o preço final é menor para carregamentos em pontos de entrega em BT, devido a um menor custo da parcela de OPC, face aos pontos com entrega em MT [12].

De notar ainda na figura 5, que a parcela de tarifas de acesso às redes, parte da componente CEME, é negativa. Tal resulta das tarifas do setor elétrico para 2023. Em relação à parcela de energia, que também parte da componente CEME, prevê-se um agravamento face a 2022. O efeito conjugado desses dois sinais determinará os preços que os CEME oferecerão aos UVE [12].

Para finalizar este ponto, será apresentado de seguida uma comparação entre o custo das opções de carregamento e de motorização, ou seja:

- Custo para o UVE pelo carregamento realizado na rede pública;
- Custo para o UVE pelo carregamento realizado na habitação/edifício do UVE;
- Comparação dos custos associados ao abastecimento VCI e ao carregamento de VE.

De notar que as opções apresentadas não incluem custos além dos relativos carregamentos/abastecimentos com a forma de energia associada, como é o caso dos custos associados à aquisição do veículo, com a aquisição da instalação (por exemplo a instalação de um carregador na habitação) ou custos de manutenção [12].

Na análise desta comparação, foi tido em conta os seguintes itens [12]:

- Carregamento de VE:
 - Cenário de consumo por carregamento: idêntico aos referidos anteriormente para o carregamento do VE na RME;
 - Custo de energia: estimado a partir do preço implícito na tarifa do setor elétrico para 2023, para o fornecimento em Baixa Tensão Normal (BTN).

Considerando-se duas possibilidades para o carregamento: em tarifa simples e em tarifa bi-horária caso o carregamento seja feito em horas de vazio, ou seja, com um preço inferior ao da tarifa simples;

- Custo da potência contratada: supõe-se ser necessária potência contratada adicional para acomodar os carregamentos de VE, sendo que foi tido em conta duas possibilidades: aumento em dois escalões (em 2,30 kVA), quando a instalação está em tarifa simples (carregamentos que coincidem com ponta de consumo da instalação), ou aumento em um escalão (em 1,15 kVA), quando a instalação está em bi-horária e os carregamentos são feitos em horas de vazio;
 - Taxa de IVA de 23%, assumindo que o consumo para carregamento é um consumo marginal;
 - Não foram considerados eventuais custos de investimento em equipamento próprio para o carregamento na habitação;
 - Foi assumido um valor de 15 kWh/100 km para o VE.
- Abastecimento de VCI:
 - Consumos específicos: 7 litros/100 km para veículos a gasolina e 6 litros/100 km para veículos a gasóleo;
 - Preços dos combustíveis, incluindo impostos e taxas: conforme boletim do mercado de combustíveis e GPL, relativo a outubro de 2022, publicado pela ERSE.

Os resultados na figura seguinte dizem respeito à comparação para os carregamentos na RME, efetuados em postos de carregamento com pontos de entrega em BT:

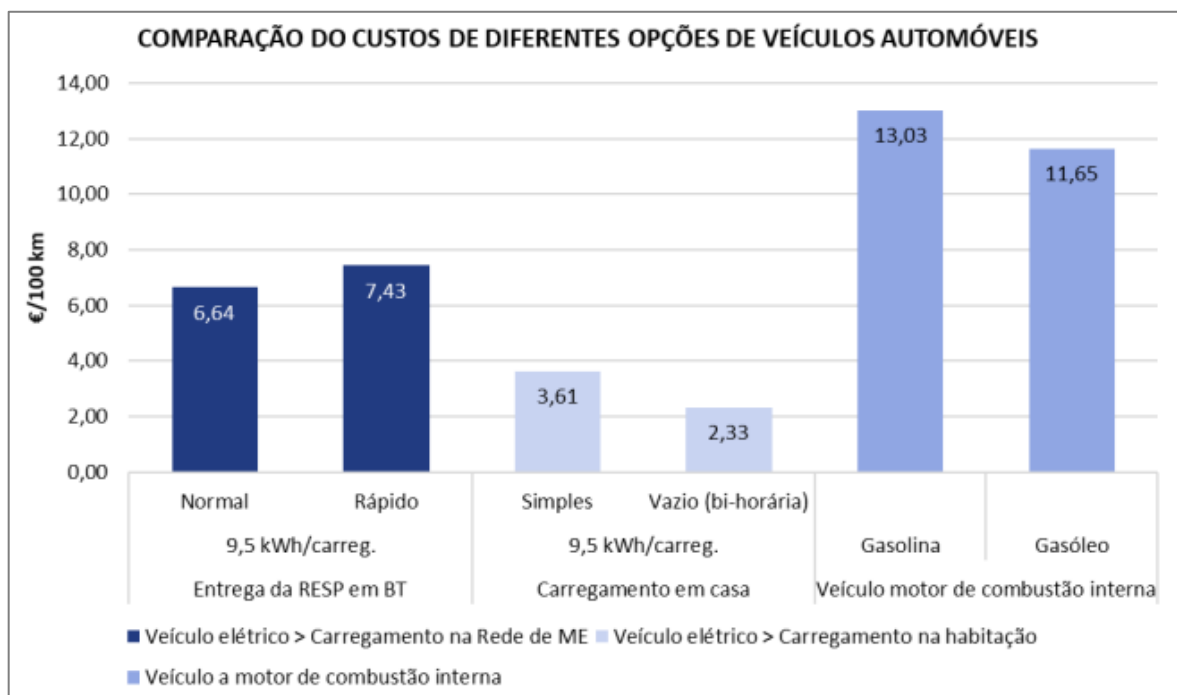


Figura 6 – Comparação de opções de carregamento de VE e outras motorizações (custos dos combustíveis conforme boletim do mercado relativo a outubro de 2022) [12].

Na figura 6 é apresentado a comparação, em termos de custo por distância percorrida, entre o carregamento de um VE e o abastecimento de um VCI. Da análise à figura 6 pode concluir-se que os VE são mais competitivos do que os VCI, embora o carregamento na RME seja bem mais dispendioso quando comparado com o carregamento realizado na habitação [12].

Para permitir que os futuros utilizadores de VE tenham uma noção do custo associado a um carregamento na RME ou não sua habitação, de seguida será apresentada uma tabela com dados recolhidos durante vários tipos de carregamento de dois VE distintos:

Tabela 2 – Custo associado aos vários tipos de carregamento de dois VE distintos.

Veículo	Carregamento			Tarifa EGME [€]	Tarifa OPC [€/min]	Tempo de Carregamento (20% →70%) SOC [horas]	Tarifa Energia [€/ kWh]	Custo OPC [€]	Energia consumida [kWh]	Custo CEME [€]	Custo Total [€]	Custo/ 100 km [€]
	Posto de Carregamento		Tipo de Carregamento									
Nissan Leaf 40kWh	Lidl	PCR 50 kW	DC	0,07 €	0,08 €	0,48	0,23 €	2,29 €	20	4,60 €	6,96 €	5,22 €
	Lidl	PCR 50 kW	AC	0,07 €	0,08 €	3,03	0,23 €	14,55 €	20	4,60 €	20,52 €	15,39 €
	Prio	PCR 50 kW	DC	0,07 €	0,13 €	0,48	0,23 €	3,87 €	20	4,60 €	8,54 €	6,40 €
	Habitação	Habitação (Tarifa Simples)	AC	- €	- €	8,70	0,18 €	- €	20	- €	3,60 €	2,70 €
	Habitação	Habitação (Tarifa bi-horária)	AC	- €	- €	8,70	0,11 €	- €	20	- €	2,20 €	1,65 €
Tesla LR MODEL 3 78 kWh	Lidl	PCR 50 kW	DC	0,07 €	0,08 €	0,78	0,23 €	3,74 €	39	8,97 €	12,78 €	4,92 €
	Lidl	PCR 50 kW	AC	0,07 €	0,08 €	3,55	0,23 €	17,02 €	39	8,97 €	26,06 €	10,02 €
	Prio	PCUR 150kW	DC	0,07 €	0,42 €	0,30	0,23 €	7,47 €	39	8,97 €	16,51 €	6,35 €
	Tesla Supercharger	150 kW	DC	- €	- €	0,30	0,42 €	- €	39	16,38 €	16,38 €	6,30 €

A tabela 2 foi construída com base em dados recolhidos durante vários tipos de carregamento de dois veículos elétricos distintos: Nissan Leaf de 40 kWh; Tesla Model 3 Long Range (LR) de 78 kWh. Os carregamentos foram realizados em postos de carregamento rápidos da RME, na habitação e nos carregadores da marca Tesla.

Numa primeira análise à tabela anterior, conclui-se novamente que o carregamento é menos dispendioso quando realizado na habitação, principalmente quando realizado em tarifa bi-horária.

Contudo, quando o carregamento é realizado na RME o custo torna-se mais elevado consoante o tempo de ocupação do posto de carregamento, conforme se pode observar comparando, por exemplo, o carregamento n.º 1 e 2 do Nissan Leaf realizado num posto de carregamento localizado no Lidl, devidamente ligado à RME.

Outro aspeto interessante analisado na tabela 2 tem a ver com o carregamento realizado nos carregadores Tesla, onde valor da energia é cobrado aos UVE aproximadamente pelo dobro do valor, quando comparado com o carregamento realizado na RME e, apesar de não serem cobradas todas as tarifas associadas à RME, o custo final do carregamento é semelhante a um carregamento realizado na RME.

2.2. O Carregamento de Veículos Elétricos

Face ao aumento de VE e na aposta na ME a nível nacional e internacional, tendo como principal objetivo a diminuição da dependência dos combustíveis fósseis, têm sido realizadas diversas implementações políticas de investimento e sensibilização para acelerar a quota de mercado dos VE. A procura pelos VE tem sido crescente ao longo dos anos, sendo isto possível devido aos avanços tecnológicos na construção das baterias de tração promovendo uma maior autonomia nos VE e no fabrico deste tipo de veículos, em simultâneo com um decréscimo no valor da sua aquisição [13].

O aumento do número de VE em circulação faz com que haja a necessidade da regularização do sector. Assim a criação de normas permite que o crescimento deste tipo de veículos seja feito de forma organizada e competitiva. Desta forma foram criadas comissões técnicas responsáveis pelo cumprimento das normas relacionadas com os VE. Em Portugal, desde 2001, a Associação Portuguesa do Veículo Elétrico (APVE) assegura o funcionamento da CT 146 – Veículos Rodoviários com Propulsão Elétrica e a CTE 69 – Sistemas Elétricos para Veículos Elétricos Rodoviários [14].

No que diz respeito ao carregamento de VE, torna-se necessário destacar a norma IEC 61851 que define como deve ser feito o carregamento de um VE e a IEC 62196 relacionada com o tipo de tomadas e fichas utilizadas nas ligações entre os VE e os pontos de carregamento.

Relativamente ao carregamento de um VE e às condições de segurança necessárias para neste tipo de instalação, a principal diferença entre um carregamento de um VE ou a alimentação de um outro equipamento elétrico (veja-se como exemplo um frigorífico, uma máquina de lavar, etc) numa tomada elétrica doméstica, é que um VE pode solicitar uma corrente elevada durante um longo período.

Para além disso, devido à sua dimensão e exposição, o carregamento poderá ser feito numa área de acesso humano não controlado, isto quer dizer que em caso de falha da instalação do VE, o risco que este pode representar de eletrocussão por contactos indiretos é superior ao de um eletrodoméstico situado num local de acesso condicionado.

Estes fatores colocam desafios no desenvolvimento tecnológico dos equipamentos a usar, bem como na verificação das instalações deste tipo. A norma EN/NP61851 – Sistema de carga condutiva para veículos elétricos, define como deverá ser feito o carregamento de um VE e em que condições [15].

2.2.1. Tipos e modos de carregamento de Veículos Elétricos

Classifica-se como Ponto de Carregamento (PC) todos os equipamentos capazes de fornecer energia elétrica ao VE. Estes equipamentos podem ser instalados num único ou em vários invólucros, podendo assegurar funções especiais de controlo e comunicação [16]. A norma EN/ NP61851 define que o carregamento de VE deve ser realizado em quatro modos distintos aqui descritos:

Modo 1:

Ligação do VE à rede de alimentação utilizando tomadas normalizadas de corrente elétrica até 16 A em Corrente Alternada (AC). A rede de alimentação pode ser monofásica (tensão não superior a 230 V) ou trifásica (tensão não superior a 400 V). A ligação do VE à rede pode ser realizada através de tomadas do tipo doméstico (do tipo Schuko segundo a NP 1260 ou do tipo industrial segundo a EN60309). Este tipo de carregamento demora cerca de 6 a 8 horas [15][17], sendo proibido nos Estados Unidos da América e desaconselhado na Europa.

Modo 2:

Este modo de carregamento corresponde a um sistema de carregamento desenvolvido para os VE que realizam carregamentos no Modo 3, isto é, permitem que um dado VE possa ser carregado numa tomada de tipo doméstico ou industrial. Para esse efeito o cabo de carregamento tem a função de “piloto de controlo” desde o veículo até a uma caixa de comando (*In-cable Control Box - ICCB*) incorporado no cabo. Esta caixa permite carregamento em Modo 3 ao longo do cabo. A jusante da caixa de comando o cabo termina num conector do tipo doméstica ou industrial para permitir a ligação a uma tomada do tipo doméstica ou industrial [15].

Modo 3:

Fornecimento de energia em AC, desenvolvido especificamente para VE. Este modo tende a diminuir os erros durante o processo de carregamento e reduzir os erros de manipulação dos utilizadores e de defeito de isolamento elétrico do VE. Este tipo de carregamento demora algumas horas, dependendo da potência disponibilizada pelo posto de carregamento e da potência do carregador de bordo do VE. Este modo é assim constituído por três componentes fundamentais:

- a. **Tomadas e conectores de fornecimento:** tomada dedicadas para VE que contêm os condutores de energia (fase, neutro e proteção), um condutor de sinal e um sensor de inserção do conector na tomada. Neste modo todos os condutores são passados da tomada de abastecimento ao conector de fornecimento do cabo de ligação e, pelo cabo, ao conector de ligação ao veículo [15]. Estas tomadas são definidas pela norma IEC 62196:

Tipo 1: Conhecida como *Yazaki* ou SAE J1772-2009, usada no Japão e nos EUA, em veículos fabricados pela Nissan, Mitsubishi, Citroen e Peugeot. Estas tomadas são constituídas por 5 pinos: fase, neutro, terra, detetor de inserção e piloto de controlo [15]. Suporta carregamentos monofásicos com uma potência máxima de 7,4 kW (230 V, 32 A).

Tipo 2: Conector ou tomada sem obturadores utilizada na Europa e conhecida como *Mennekes*, esta tomada é constituída por 7 pinos: três fases, neutro, terra, detetor de inserção e piloto de controlo [15]. Permite carregamentos monofásicos com uma corrente máxima de 70 A ou trifásico com uma corrente máxima de 63 A, sendo que a potência máxima admitida por esta tomada são 44 kW. Esta é a solução atualmente instalada em Portugal.

Tipo 3: Este conector foi desenvolvido pela *EV Plug Alliance*, é conhecida por *Scame*, contém obturadores (alvéolos protegidos), proposta para a Europa, esta tomada é constituída por 7 pinos: três fases, neutro, terra, detetor de inserção e piloto de controlo [15]. Permite carregamentos monofásicos ou trifásicos com uma corrente máxima de 32 A, sendo que a potência máxima admitida por esta tomada são 22 kW.



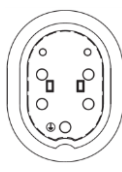

GB/T: A China desenvolveu o seu próprio conector, regendo-se pelas normas praticadas no país. O conector é designado por GB/T e permite carregamentos monofásicos até 7,4 kW de potência. Este conector não é definido pela norma IEC 62196.

- b. **Relé de corte de alimentação:** controlado pelo sistema eletrónico que permite a alimentação ou o corte da tomada quando o sistema eletrónico o indicar [15];
- c. **Sistema eletrónico associado à tomada de fornecimento:** através do condutor de “piloto de controlo”, permite, pelo estabelecimento contínuo de uma pequena corrente, entre a tomada de fornecimento e o veículo, monitorar a manutenção das

condições de isolamento das partes em tensão durante uma sessão de carregamento [15]. Através do “piloto de controlo” é enviado um sinal tipo PWM indicando ao VE a corrente máxima que pode solicitar ao posto de carregamento.

De seguida é apresentada, na tabela 3, um quadro resumo do tipo de conectores descritas anteriormente:

Tabela 3 – Resumo do tipo de conectores, previstas para o modo 3 de carregamento (adaptado de [18]).

Modo 3 – Carregamentos AC			
Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	GB/T
			
Yazaki/ SAE J1772 2009 Carregamentos AC, monofásicos com uma potência máxima de 7,4 kW (230 V, 32 A)	Mennekes Carregamentos AC, monofásicos e trifásicos com uma potência máxima de 44 kW (230 V ou 400 V, 63 A)	Scame Carregamentos AC, monofásicos e trifásicos com uma potência máxima de 22 kW (230 V ou 400 V, 32 A)	GB/T Carregamentos AC, monofásicos com uma potência máxima de 7,4 kW

Modo 4:

O Modo 4 é definido como sendo uma ligação indireta do VE à rede de alimentação utilizando um carregador externo que fornece assim energia diretamente à bateria do VE. O ponto de carregamento é assim constituído por um armário de carregamento e um cabo preso ao armário. Durante o período de carregamento é o veículo que controla o carregador através da funcionalidade “piloto de controlo”, não havendo o perigo de o carregador injetar um corrente de forma nociva para o veículo [15].

Ao contrário dos Modos anteriores, este Modo é realizado em Corrente Contínua (DC), sendo utilizadas na Europa as normas CHAdeMO e CCS:

- a. **CHAdeMO:** tem uma potência de uso recomendada de 50 kW, sendo a sua potência máxima de 62,5 kW, sendo os valores máximos típicos para a tensão e corrente são de 500 V e 125 A. Este tipo de carregamento tem a capacidade de carregar 80% da bateria em menos de 30 minutos.

O protocolo CHAdeMO 1.0 teve início no ano de 2010 e a sua evolução foi contínua. No ano de 2018 foi lançado a versão CHAdeMO 2.0 que permite potências na ordem dos 400 kW com níveis de tensão e corrente de 1000 V e 400 A em DC. A última versão do protocolo lançada no ano de 2020, CHAdeMO 3.0 tem capacidade para carregamentos com potências na ordem dos 900 kW com níveis de tensão e corrente de 1500 V e 600 A.






Para além da norma CHAdeMO existe um outro método para este tipo de carregamentos rápidos. Este método tem-se tornado na tendência para os fabricantes de automóveis, tendo sido formalizado no ano de 2011 e é designado por *Combined Charging System (CCS)*. Os modelos mais recentes de VE Japoneses já vêm equipados com tomadas CCS (como por exemplo o Nissan Ariya).

- b. CCS:** este método é uma adição à norma J1772 utilizada nos Modos 1 e 2 para cargas AC. O conector CCS é uma combinação do conector *Yazaki* (norma SAE J1772/ IEC 62196) e *Mennekes* (norma IEC 62196) com a adição de dois pinos de alimentação DC. Esta solução permite assim carregamentos em monofásico e trifásico em AC e carregamentos em DC. Neste momento muitos dos fabricantes de VE estão a optar pelo método CCS, como é o caso da Ford, Hyundai, Volvo, Porsche, BMW, Mercedes, Volkswagen, entre outras.

Para além dos conectores descritos anteriormente existem ainda outros métodos de carregamento em DC: conectores da empresa Tesla, para os carros da sua marca, e que permitem carregamentos tanto em AC como em DC; conectores utilizados apenas na China, como é o caso do GB/T e do novo projeto GB/T ChaoJ1-1, estes dois últimos associados ao protocolo CHAdeMO.

De seguida, na tabela 4, são apresentados, de forma resumida, os conectores para carregamentos DC:

Tabela 4 – Resumo do tipo de conectores, previstas para o Modo 4 de carregamento (adaptado de [18]).

Modo 4 – Carregamento DC				
CHAdeMO	CCS Combo 1	CCS Combo 2	GB/T	Tesla
				
Carregamentos em DC de 50 kW na sua versão inicial (mais usual). Podendo chegar a potências de carregamento de 400/900 kW em versões mais avançadas.	Carregamentos em DC com potências até 350 kW.	Carregamentos em DC com potências até 350 kW.	Carregamentos em DC com potências de 250 kW na sua versão inicial.	Carregamentos em DC com potências até 250 kW.

2.2.2. Estado atual das infraestruturas e de postos de carregamento

Conforme descrito em pontos anteriores, os VE têm vindo a aumentar a sua popularidade de ano para ano, verificando-se um aumento significativo das suas vendas. Existem vários fatores que afetam a adoção e a difusão de VE, tais como: o preço da sua aquisição; a autonomia das baterias e o tempo de carregamento.

De acordo com um estudo da *Spöttle et al*, requerido pela Comissão para o Transporte e Turismo do Parlamento Europeu, a densidade da infraestrutura de carregamento geralmente está correlacionada com a adoção, por parte do utilizador dos VE, embora este estudo possa variar conforme o contexto nacional. Uma infraestrutura de carregamento público é um fator essencial na ajuda da mudança do regime de mobilidade em qualquer mercado [16].

Segundo informações facultadas pela entidade MOBI.E o carregamento rápido só apareceu em Portugal, nas infraestruturas de carregamento público, no ano de 2016 e o ultrarrápido, recentemente, no ano de 2020. Na tabela 5 são apresentados os tipos de carregamento existentes na rede MOBI.E até ao mês de fevereiro de 2022:

Tabela 5 – Número de postos de carregamento na rede MOBI-E, desde 2016 até fevereiro de 2022.

Ano	Normais	Rápidos	Ultrarrápido	Total	Tomadas
2016	473	22	-	495	1156
2017	495	51	-	546	1278
2018	584	63	-	647	1553
2019	605	105	-	710	1774
2020	1159	258	3	1417	3076
2021	1793	521	76	2390	4346
Fevereiro 2022	1962	553	83	2598	5332

Através da plataforma MOBI.DATA [19] é possível, não só, identificar o crescimento dos postos de carregamento utilizados, mas também a procura pelo carregamento público por parte dos UVE nos anos de 2021 e 2022. Veja-se a figura 7 e 8 onde é demonstrado o número de postos de carregamento utilizados e o número de carregamentos efetuados entre 2021 e 2022:

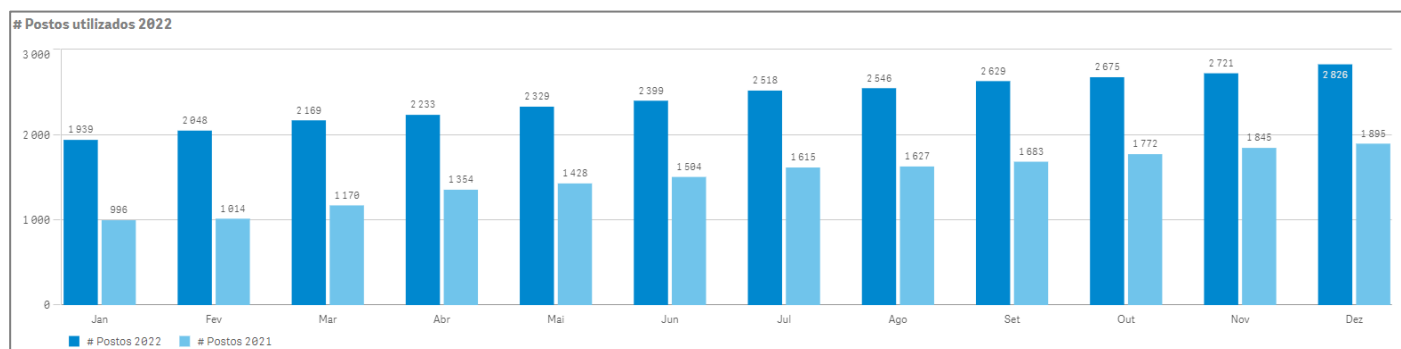


Figura 7 – Evolução dos postos de carregamento utilizados em 2021 e 2022 [19].

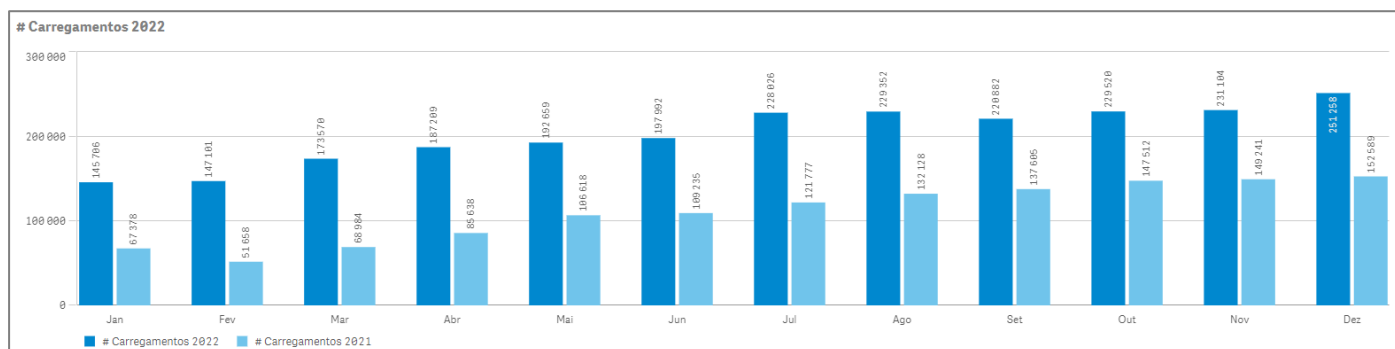


Figura 8 – Evolução do número de carregamentos em 2021 e 2022 [19].

Da análise da figura 7 e 8 é possível verificar o aumento significativo da procura pelas infraestruturas públicas entre 2021 e 2022. No primeiro semestre de 2022 os carregamentos duplicaram comparando com os meses homólogos. Este aumento está igualmente associado ao aumento do número de VE adquiridos e à expansão da rede de carregamento público, conforme já analisado em pontos anteriores.

Estima-se um crescimento de VE na ordem das 655 mil unidades até ao ano de 2030 [20], a par deste crescimento existe a inevitável necessidade de acesso a postos de carregamento para possibilitar o cumprimento das metas da descarbonização.

Segundo [20], a oferta limitada de postos de carregamento condiciona, de forma negativa, a compra de veículos totalmente elétricos por parte dos UVE, sendo um dos obstáculos mais importantes no aumento desejado para as vendas destes automóveis.

A maioria dos utilizadores deste tipo de veículos não tem a possibilidade de efetuar o carregamento nas suas habitações, levando assim à necessidade da procura pelo carregamento público. A evolução do número de postos de carregamento de acesso público torna-se assim essencial para a evolução da ME em Portugal.

2.2.3. Tecnologias dos postos de carregamento

O carregamento de VE pode ser do tipo AC (carregamento lento e normal) ou do tipo DC (carregamento rápido ou ultrarrápido). Neste tipo de soluções de carregamento a energia é entregue ao veículo através de equipamentos físicos.

Para além deste método convencional de carregamento, já estão em desenvolvimento estudos, e alguns protótipos, de carregamentos “sem fios”, ou seja, através da indução para realizar passagem da energia do emissor para o recetor que está instalado no próprio VE, posterior essa energia é passada do recetor à bateria através de uma ligação física.

A figura 9 apresenta de forma resumida as tecnologias de carregamento existentes na atualidade, incluindo as potências e os tempos de carregamento:

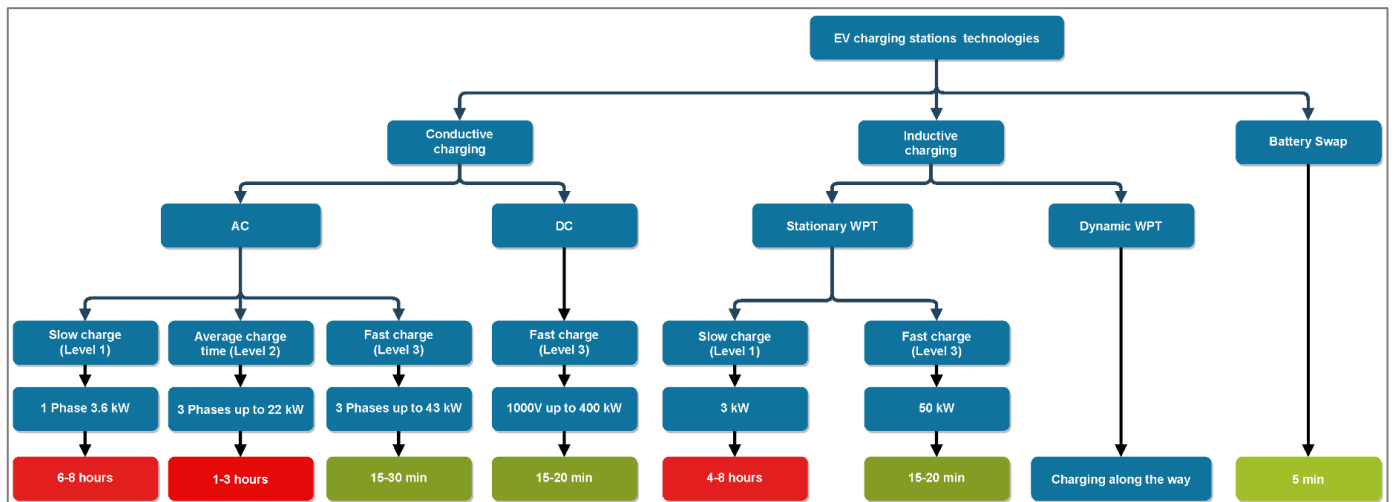


Figura 9 – Tecnologias de carregamento [21].

Na figura 9 é possível, de uma forma resumida, perceber os tipos de carregamento existentes e praticados nas estações de carregamento, estes dividem-se em três partes principais:

- Carregamento através da condutividade:
 - Carregamento AC (modo 1, 2 e 3);
 - Carregamento DC (modo 4);
- Carregamento através da indutividade:
 - Carregamento lento de 3 kW;
 - Carregamento rápido de 50 kW;
- Troca de baterias.

As soluções de carregamento utilizando o método condutivo são, de longe, as mais utilizadas no mercado da ME. Este tipo de solução permite fornecer ao VE, de forma fiável, os níveis de potência, de segurança e de continuidade de serviço durante um processo de carregamento.

Já troca de baterias é um método que outrora era utilizado em situações muito específicas, como por exemplo: corridas de automóveis. Contudo, e com a evolução da tecnologia, a troca de baterias poderá vir a tornar-se numa realidade. Na China já existem fabricantes, como é o caso da NIO, a desenvolver VE focados neste tipo de solução em alternativa ao carregamento elétrico convencional. Segundo [22], o fabricante NIO inaugurou na Europa (Dinamarca) a primeira estação de troca de baterias, onde o processo é totalmente autónomo e tem uma duração de aproximadamente 5 minutos.

Focando-nos nos carregamentos condutivos, o carregamento em AC implica que exista um carregador interno abordo do VE, que converta corrente alternada em corrente contínua, com eventual aumento dos níveis de tensão, de forma a carregar a bateria do VE. A potência do carregamento AC está sempre limitada à potência do carregador interno do veículo.

Veja-se a tabela 6, onde estão representados os modelos anteriormente analisados e as suas características, resumidas, para carregamentos AC e DC retiradas do site *Electric Vehicle Database* [10]:

Tabela 6 – Modelos de VE utilizados na Europa e as suas características de carregamento AC e DC, registado em 2022.

Fabricante	Modelo	Máxima potência de carregamento AC	Potência média de carregamento DC	Conectores		Potência máxima do PCVE
Tesla	Model Y	11 kW	100 kW	AC	Tipo 2	3-phase 16A (11 kW) / 3-phase 32 A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	350 kW DC
	Model 3	11 kW	100 kW	AC	Tipo 2	3-phase 16A (11 kW) / 3-phase 32 A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	350 kW DC
Peugeot	e-208	7,4 kW ou 11 kW*	78 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	150 kW DC
	e-2008	7,4 kW ou 11 kW*	78 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	150 kW DC
BMW	iX1 xDrive30	11 kW ou 22 kW*	100 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	150 kW DC
	i4 eDrive40	11 kW	131 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	300 kW DC
Hyundai	Kauai EV	11 kW	64 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	175 kW DC
	IONIQ 5	11 kW	200 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	300 kW DC
Nissan	Leaf Acenta	3,6 kW ou 6,6 kW*	40 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CHAdeMO	50 kW DC
	Ariya	7,4 kW ou 22 kW*	110 kW	AC	Tipo 2	3-phase 32A (22 kW)
				DC	CCS Combo 2	150 kW DC

*Para além da versão normalizada do veículo, existem outros modelos opcionais que permitem mais potência de carregamento AC.

No carregamento DC, a corrente entregue à bateria já dispensa o carregador interno a bordo do veículo, estando apenas limitado pela tensão das baterias. Neste tipo de carregamento, é possível aplicar potências superiores ao veículo (tabela 6), e diminuir o tempo de carregamento, conforme analisado na figura 9.

Atualmente, existem carregadores a serem implementados nas infraestruturas da ME, originários de diversos fabricantes.

Ao nível do carregamento AC existem fabricantes que apresentam soluções capazes de permitir o carregamento até 2 VE, no modo 3, com potências até 22 kW. Já ao nível do carregamento rápido, em corrente DC, existem soluções capazes de fornecer potências elevadas (> 120 kW) em DC à bateria dos veículos.

Normalmente estes tipos de equipamento disponibilizam ao UVE a possibilidade de utilizar vários tipos de conectores: CHAdeMO; CCS e AC Tipo 2. Permitem o carregamento simultâneo nestas saídas de potência disponíveis, realizando a gestão da potência fornecida às respetivas cargas.

No que diz respeito ao carregamento inteligente, existem soluções (softwares) capazes de realizar a gestão do carregamento de diversos veículos elétricos em simultâneo. Segundo os fabricantes, este sistema é capaz de evitar falhas nas alimentações elétrica e de evitar sobrecargas nas redes de distribuição, a título de exemplo um desses fabricantes é uma empresa portuguesa: EFACEC [23].

Relativamente ao carregamento de veículos ligeiros, existem soluções de elevada potência, em DC, capazes de disponibilizar até 300 kW de potência. Este tipo de equipamentos permitem realizar combinações até duas saídas de potência, normalmente, do tipo CCS e CHAdeMO para carregamentos DC e uma saída do Tipo 2 até 22 kW para o carregamento AC.

Tipicamente este tipo de carregadores de elevada potência, adapta-se automaticamente ao número de veículos ligados, aplicando a potência disponível consoante as necessidades reais de cada veículo. Novamente a título de exemplo, um dos fabricantes deste tipo de equipamentos é a Siemens, com fábrica localizada em Portugal (Corroios). Este fabricante será responsável pela exportação da nova geração de carregadores para países como a Alemanha, Inglaterra e Suécia. Estes carregadores servirão para realizar o carregamento de autocarros, camiões ou de veículos utilitários (recolha de lixo ou lavagem de estradas). A empresa prevê produzir, nesta unidade fabril,

cerca de 1400 carregadores por ano até 2025 [24].

2.2.4. Iniciativas de apoio à implementação de postos de carregamento

A nível europeu, a implementação da rede de carregamento pública tem sido impulsionada essencialmente pelo financiamento do setor público através de iniciativas nacionais, regionais e municipais. Seguem-se alguns exemplos de países europeus, no que diz respeito aos seus incentivos em investimentos nas redes de carregamento públicas.

Na Noruega existem mais de 10000 postos de carregamento públicos, que permitem o carregamento de mais de 1500 veículos em simultâneo. Em vez de oferecerem reduções de impostos e subvenções aos cidadãos e empresas, a Noruega concentrou o investimento nas infraestruturas de carregamento públicas. O atual programa de incentivos para carregadores tem como principais objetivos [25]:

- O financiamento estatal para estações de carregamento rápido a cada 50 quilómetros nas principais estradas;
- Aumento do orçamento para a distribuição de infraestruturas para carregamento elétrico em Oslo;
- Duplicar o orçamento atribuído a condomínios para a instalação de carregadores.

Do orçamento de 290 milhões de libras para a estratégia de zero emissões, no Reino Unido, 80 milhões estão direcionados para melhorar as infraestruturas de carregamento. O programa *Electric Homecharge Scheme (EVHS)* oferece aos UVE um subsídio até 75% (máximo de 350 libras com IVA incluído) do custo total de compra e instalação de um carregador nas suas habitações. Já o programa *Workplace Chargepoint Grant* é um programa que cobre os custos da aquisição e instalação de postos de carregamento nos locais de trabalho, cobrindo 75% de todos os custos para as empresas. No que diz respeito a benefícios fiscais, uma empresa que instala infraestruturas de carregamento pode ter acesso a benefícios fiscais através da compensação de 100% dos custos associados à instalação deste tipo de equipamentos [25].

Já na Alemanha, em novembro de 2020, o banco KfW investiu 3 milhões de euros, em custos de instalação e ligação de postos de carregamento, abrangendo um total de 900 € por cada posto de carregamento sendo que o custo do sistema de gestão de energia para o controlo do posto já está incluindo nesse valor. No entanto, para que este programa seja válido, os PCVE devem funcionar com 100% de energias renováveis e aplicar-se apenas a carregadores de 11 kW de potência com sistemas de controlo inteligente [25].

Atualmente em Portugal, com o objetivo de promover a instalação de postos de carregamento, o Governo aprovou um incentivo para a instalação de PCVE em condomínios multifamiliares. Este apoio irá permitir que 80% do valor da compra do equipamento, até um máximo de 800 €, seja suportado pelo Governo. Para além da compra do equipamento. A instalação elétrica, até um máximo de 1000 € por lugar de estacionamento, também terá o mesmo suporte. Para que este incentivo seja validado pelo governo, os carregadores deverão estar devidamente ligados à rede MOBI.E. A nível municipal, são muitos os municípios onde o estacionamento para VE é completamente gratuito, como é o caso da cidade de Setúbal.

2.3. Impacto associado ao carregamento de Veículos Elétricos

Um dos desafios dos dias de hoje é o desenvolvimento das infraestruturas para o carregamento de VE ser um processo fácil e rápido para o utilizador. Esta evolução é importante para que o número de postos de carregamento seja tão comum como os postos de abastecimento de um veículo convencional, tornando os VE uma opção viável e competitiva a nível de mercado. Contudo, o desenvolvimento destas infraestruturas é complexo e deve ter-se em conta as diversas tecnologias disponíveis, as questões técnicas e políticas associadas a este assunto e o impacto que este apresenta para a rede de distribuição elétrica existente.

Diversas previsões mostram que os VE poderão constituir uma parte considerável das frotas nacionais de veículos (parque automóvel nacional). Se o carregamento deste tipo de veículos for realizado de forma descontrolada, constituirão uma ameaça às presentes e futuras infraestruturas da rede nacional devido às cargas significativas introduzidas na rede [26].

A transição para os VE é inevitável, a penetração massiva deste tipo de veículos terá, sem dúvida, um impacto na gestão da rede de distribuição. Um VE, em certos casos,

poderá requer um carregamento noturno até 25 kWh, ou seja, mais do dobro da procura média diária de energia doméstica, que ronda os 12 kWh. Apesar disso, esta procura de energia não é uniformemente distribuída ao longo do dia [27].

2.3.1. Problemas associados aos carregamentos de Veículos Elétricos em ambiente residencial e público

A evolução da mobilidade elétrica tem um impacto direto nas infraestruturas atuais de distribuição de energia. A maior parte das infraestruturas existentes, especialmente nos centros urbanos, não foram concebidas para suportar este tipo de aumentos de consumo não lineares. Se não existir uma coordenação da carga dos VE, pode ocorrer um aumento insuportável da carga nas redes de distribuição, em certos períodos do dia.

A capacidade instalada numa infraestrutura, quer seja numa simples habitação ou num PT presente na rede de distribuição, constitui sempre um fator limitativo na sua utilização. Os VE vieram alterar o critério da conceção dessas infraestruturas visto que estas, mais antigas, não foram dimensionadas para estes tipos de carga. O aumento da carga de um transformador de potência, para valores superiores à sua potência nominal, poderá originar fenómenos de distorção na sua forma de onda e, conseqüentemente, na qualidade da tensão na rede de distribuição [28] e, mais grave do que isso, o seu envelhecimento.

O carregamento descoordenado de VE tem consequência diretas na qualidade de energia, levando à possível necessidade de substituição, renovação e expansão das infraestruturas existentes. Este tipo de intervenção, principalmente nos meios urbanos, acarreta custos envolvidos, demonstrando ser um problema para as empresas de distribuição de energia [28].

No artigo [28], foi realizado um estudo sobre o carregamento de VE em zonas residenciais e em zonas de serviços, com o objetivo de analisar quais as alterações que os carregamentos de VE iriam introduzir às redes de distribuição existentes. No presente estudo, os autores realizaram ensaios para os modos de carregamento 1, 2 e 3 e para três tipos de VE: Nissan Leaf II; Renault Zoe e Tesla Model 3.

Na figura 10, é apresentado um ensaio para um carregamento doméstico de um VE, a aproximadamente 3,7 kW, numa simples residência com uma potência contratada de 6,9 kVA:

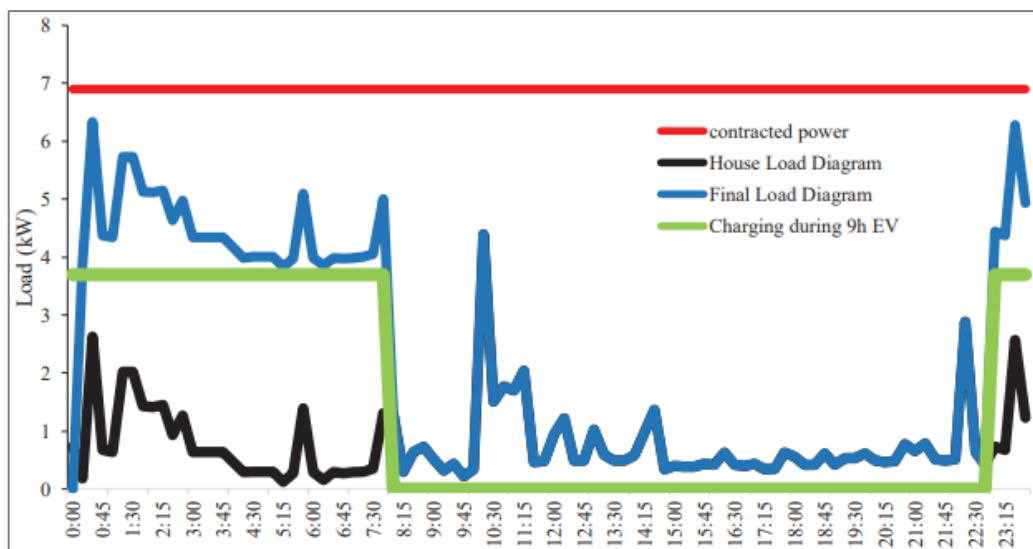


Figura 10 – Diagrama de carga de uma residência [28].

O veículo utilizado neste ensaio foi o Nissan Leaf II, o carregamento teve início às 23h e terminou às 8h do dia seguinte, ou seja, teve uma duração de 9h em período noturno. O carregamento foi efetuado em AC, com correntes elétricas monofásicas inferiores a 16 A, ou seja, com potências elétricas inferiores a 3,68 kW dedicadas ao carregamento do VE durante aquele período. No estudo foi considerado que o VE tinha cerca de 20% da sua capacidade antes de efetuar o carregamento, querendo assim dizer que carregou cerca de 80% da sua capacidade durante 9h.

Durante o período de carregamento é possível perceber que a linha azul, correspondente à carga naquele instante, quase atingiu o valor da linha vermelha, linha essa que corresponde ao valor da potência contratada para a instalação. Se tal acontecesse, o serviço seria interrompido devido ao excedente da potência requisitada à rede naquele momento.

Ainda no gráfico da figura 10, é possível identificar o incremento de potência introduzido no diagrama de carga da residência pelo carregamento do VE. Este aspeto poderá ser um problema para alguns dos UVE que necessitem de carregar os seus veículos nas suas habitações, podendo ser necessário rever a potência contratada ou fazer uma gestão dos consumos no dia-a-dia de modo a garantir que o pico de consumo não exceda a potência contratada. Um exemplo de uma boa gestão, será a de efetuar o carregamento em períodos noturnos, onde o consumo de energia é mínimo e o custo é mais reduzido.

Para os utilizadores que não têm capacidade para efetuar o carregamento nas suas habitações, devem fazê-lo nos postos de carregamento públicos. No entanto, se o

carregamento tiver uma duração de 9h, torna-o inviável para qualquer utilizador. Dado este facto, torna-se necessário aumentar a potência de carregamento, diminuindo assim o tempo de carregamento, bem como o tempo de ocupação de um posto de carregamento público que, conforme visto anteriormente, acarreta custos ao utilizador.

Através do estudo [28] é possível ainda analisar quais as consequências trazidas pelos diversos carregamentos, para as infraestruturas de distribuição de energia, mas agora numa visão mais geral ao nível da zona urbana e com diversos consumidores do tipo residencial, comercial e de serviços.

Na figura 11 é representado um diagrama de carga de um transformador, com uma potência de 400 kVA, presente numa dada rede de distribuição. Este diagrama não contempla quaisquer picos de consumos associados a carregamentos de VE.

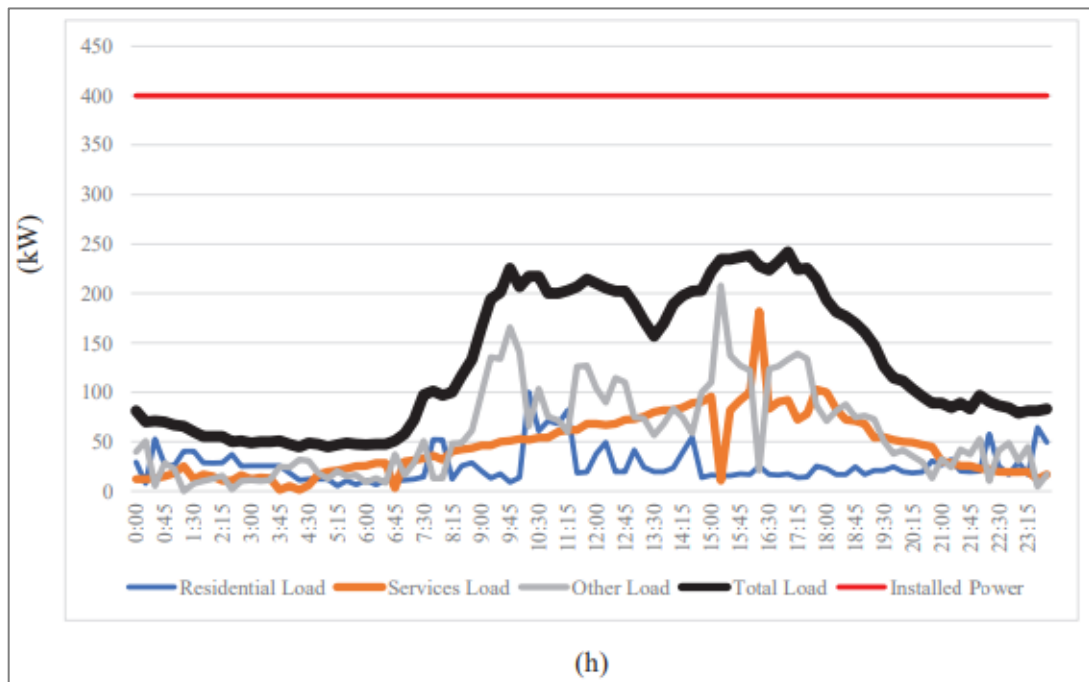


Figura 11 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – sem carregamento de VE [28].

De notar que o maior pico de consumo atinge valores de 62,5% da capacidade do transformador, sendo uma situação bastante confortável para a instalação em estudo.

Para a análise da alteração do diagrama da figura 11, face ao carregamento de VE, foram utilizados pelos autores dois tipos de cenários:

- **Cenário 1:** onde foram previstos vinte carregamentos, com potências compreendidas entre os 3,68 kW e os 7,4 kW, em períodos da tarde e noite. E um carregamento rápido, com potências compreendidas entre os 14,5 kW e os 43,5 kW, no período da hora de almoço;
- **Cenário 2:** consistindo em vinte e quatro sessões de carregamento, com potências compreendidas entre os 3,68 kW e os 7,4 kW, em períodos da tarde e noite. E seis carregamentos rápidos, com potências compreendidas entre os 14,5 kW e os 43,5 kW, simultâneos durante o período diurno.

Os utilizadores que têm a possibilidade de carregar os seus veículos nas suas habitações, fazem-no em horário noturno. Já os UVE que necessitam de um carregamento mais rápido durante o dia, têm obrigatoriamente de utilizar os carregamentos públicos em períodos que, por vezes, podem não ser os mais benéficos em termos de tarifa e de pico de consumo de energia.

Durante o primeiro cenário de carregamento, na figura 12, é possível observar algumas das alterações ao diagrama de carga anteriormente visto na figura 11. Durante os carregamentos noturnos é registado um aumento significativo no diagrama. Já durante o dia, o carregamento rápido fez com que o pico de consumo fosse mais acentuado, no entanto, não atinge valores preocupantes para o bom funcionamento do transformador. De notar que o carregamento rápido foi realizado no pico de consumo da instalação.

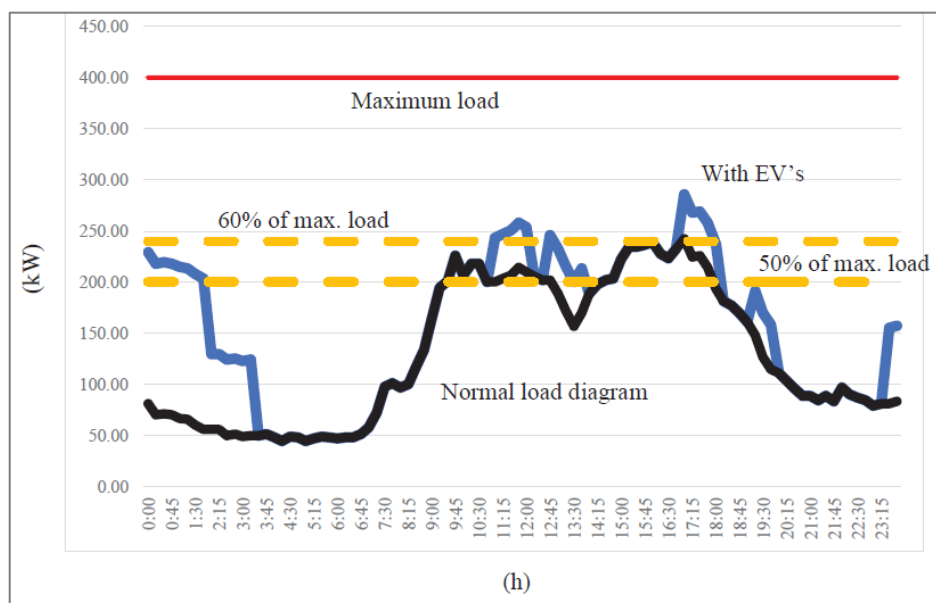


Figura 12 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – cenário 1 carregamento [28].

O mesmo não acontece para o cenário 2 de carregamento, conforme é possível observar na figura 13, o limite do transformador é atingido no pico de consumo de energia. Os carregamentos rápidos realizados em simultâneo durante o dia, no pico de consumo da instalação, traduzem-se com um aumento significativo do diagrama de carga. Estas situações podem ser preocupantes para os ORD.

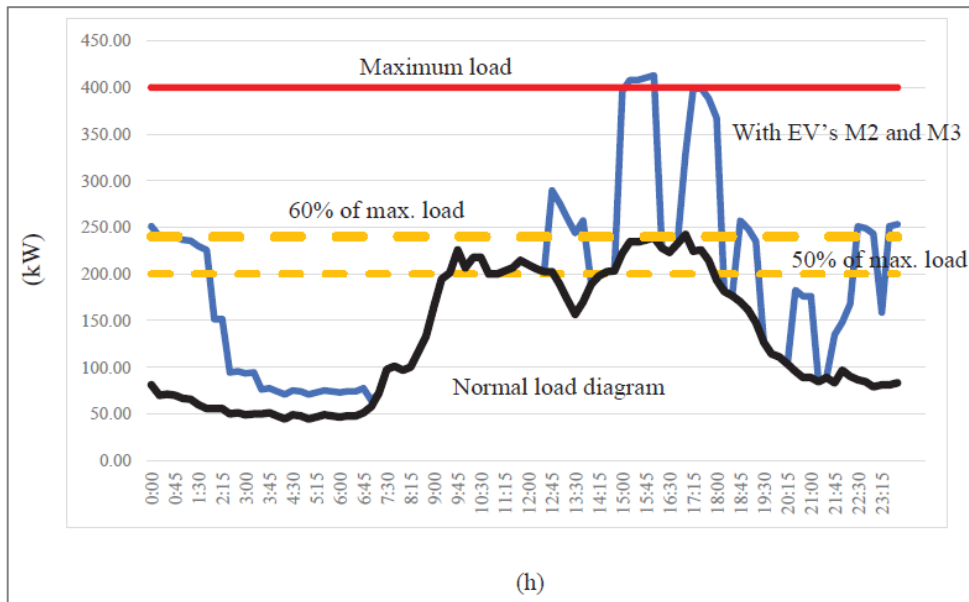


Figura 13 – Diagrama de carga de um transformador da rede de distribuição – cenário 2 carregamento [28].

Durante o dia, em zonas que não sejam apenas residenciais, é necessário existir alguma coordenação no carregamento de VE, principalmente se estes forem de elevada potência. Um pequeno aumento do número de carregamentos em simultâneo poderá trazer consequências para os transformadores.

2.3.2. Soluções para minimizar o pico de potência durante o carregamento de Veículos Elétricos

O carregamento descontrolado dos VE nas horas de maior consumo, pode trazer implicações às redes de distribuição. Prevê-se que o número de PCVE rápidos, e ultrarrápidos, aumente significativamente nas áreas urbanas. Este aumento tem como principal objetivo a expansão da rede de carregamento pública e a diminuição do tempo de espera durante um carregamento. Apresentando como exemplo os veículos de aluguer, destinados ao transporte individual de passageiros em veículos descaracterizados

(TVDE), que realizam diversos carregamentos rápidos durante o dia, incluindo nas horas de maior consumo.

Segundo um estudo realizado pela *Eurolectric*, as redes de distribuição de energia europeias serão capazes de acompanhar o crescimento presente, e futuro, dos VE. No relatório divulgado por esta entidade, o maior impacto poderá existir quando, milhares ou mesmo milhões de UVE ligarem os seus veículos em simultâneo. Quanto mais veículos forem ligados às redes convencionais de distribuição, maior será o risco de falha no fornecimento de energia. No Reino Unido, o governo anunciou um projeto de lei que limitará a utilização de carregadores domésticos ou nos locais de trabalho, até nove horas por dia, evitando assim a probabilidade de sobrecargas na rede elétrica nacional [29].

Atualmente existem diversos estudos que apresentam diferentes soluções e estratégias para a minimização do pico de consumo de potência durante os carregamentos dos VE. Desta forma, é possível destacar algumas estratégias que visam solucionar este problema, tais como:

- Em [30], é proposto a implementação de parques de carregamento dotados de sistemas de armazenamento de energia, associados a um sistema de controlo rigoroso. Através deste sistema, e associado a carregamentos coordenados, o valor da potência do pico poderá reduzir em 44,9%. Este tema já não é novidade, pois no ano de 2020, a companhia *Tesvolt* forneceu baterias para o armazenamento de energia a um dos maiores parques de carregamento da europa, localizado na Alemanha. O armazenamento total tem uma capacidade de 2 MWh. Este sistema terá também o suporte de instalações eólicas para reduzir os custos da energia durante os picos de potência. A energia armazenada, proveniente da rede, também terá origem renovável e será armazenada nos períodos de baixo custo. Este sistema tem a capacidade de aliviar a rede em períodos onde existe maior consumo na rede e pouco consumo no parque de carregamento [31]. Para este tipo de sistemas de armazenamento (aplicáveis em parques de estacionamento, pequenas habitações, edifícios familiares ou até mesmo empresas) poderiam ser utilizados conjuntos de baterias, que já não apresentem rentabilidade para alimentar um VE, associadas a instalações renováveis (painéis fotovoltaicos ou geradores eólicos). Neste tipo de solução destacar-se-iam dois assuntos: a reciclagem das baterias de tração, ou seja, a reutilização das baterias de tração presentes nos VE, e a redução do pico de potência durante o carregamento destes veículos.

- Segundo [32], o perfil típico da utilização do VE é, em média, cerca de 35 km/dia na Europa, no entanto, o veículo permanece estacionado 95% do seu tempo. A capacidade das baterias dos atuais VE varia entre os 30 e 100 kWh. Ora vejamos, se o perfil médio ronda os 35 km/dia, então, isto quer dizer que, apenas será gasto 5 a 8 kWh da energia armazenada nas baterias. Uma das soluções para o aproveitamento da restante energia, seria o próprio veículo fornecer energia à rede, dando significado ao termo *Vehicle-to-grid (V2G)*. Esta abordagem permitiria, no imediato, a redução da potência requerida à rede, ou seja, a diminuição do pico de consumo, pois passaria a ser possível o fluxo de potência bidirecional, querendo isto dizer que, o VE poderia injetar energia na rede durante as horas de ponta e carregar nas horas de menor consumo de potência. No entanto, segundo uma simulação realizada pela fonte [32], este tipo de abordagem tem um impacto negativo nas baterias dos VE, levando à sua degradação. Na prática do V2G, na simulação realizada pela fonte e tendo em consideração o custo da degradação das baterias, os autores indicam que é possível obter uma margem de lucro durante a estação do inverno, mas durante o verão os benefícios não são suficientes para compensar os custos associados à degradação das baterias.

- Por fim, a estratégia das tarifas dinâmicas associada ao consumo de energia, isto é, o custo da eletricidade durante o dia poder variar em função do consumo de potência. Através deste sistema, os consumidores finais adaptam as suas necessidades às diferentes tarifas, reduzindo assim o valor da sua fatura, bem como a potência solicitada à rede nas horas de maior consumo. Estudos recentes indicam que os preços dinâmicos da eletricidade podem ajudar as operadoras a evitar investimentos dispendiosos em infraestruturas. Este tipo de estratégias e outras, como por exemplo a resposta da procura (*Demand Response*), são entendidas como um conjunto de medidas necessárias para que a procura de energia, por parte do consumidor, seja ajustada de acordo com as condições atuais do fornecimento de energia, principalmente em períodos onde o balanço entre a procura e a produção não seja o melhor, evitando desta forma, a fiabilidade do fornecimento de energia nesses períodos. As estratégias *Demand Response* podem ser caracterizadas pela procura de energia baseada no seu custo, mas também pela procura baseada em incentivos, ou seja, incentivos monetários estabelecidos, por exemplo, pelas entidades responsáveis pelo fornecimento de energia, levando a que os consumidores finais ajustem os seus consumos [33].

2.3.3. Afetação da qualidade de energia na rede de distribuição

Conforme analisado em pontos anteriores, o carregamento descontrolado de VE, principalmente nos picos de potência solicitada à rede, poderá trazer consequências às redes de distribuição de energia. Estas situações poderão originar, principalmente, alterações nos perfis de tensão, desequilíbrios de tensão e existência de componentes harmônicas. Todos estes fatores contribuem, negativamente, para a qualidade da energia distribuída.

No estudo realizado em [27], foi avaliado o impacto dos diferentes modos de carregamento numa rede residencial espanhola. Os autores constataram que uma maior concentração dos modos de carregamento em parques de estacionamento, leva a piores índices de qualidade de serviço, devendo ser determinado o modo de carregamento mais conveniente para cada localização. Os autores recorreram aos conceitos referidos nas normas europeias, analisando apenas as variáveis relacionadas, de modo direto, com a qualidade do serviço: desequilíbrio da tensão, tensão nas cargas, carga dos transformadores e perdas na rede.

A rede analisada no referido estudo, é baseada numa porção real de uma rede de distribuição localizada numa região das Astúrias. A referida rede é composta por 8087 consumidores de BT, dos quais 88,5% são monofásicos. A rede é fornecida por 30 transformadores com potência de 630 kVA. Os diagramas de carga foram elaborados para períodos de inverno, onde a procura de energia é mais exigente e as perturbações na qualidade da energia atingem níveis mais elevados, para além disso, foi considerado pelos autores um veículo elétrico por habitação [27].

Em termos de resultados, os autores concluíram que o desequilíbrio na tensão é a variável mais influenciada pela localização concentrada, dos postos de carregamento. Se os postos de carregamento estiverem concentrados, por exemplo, em parques de estacionamento, e se o carregamento não for controlado, verifica-se um aumento no desequilíbrio desta variável. Já no que diz respeito às tensões nas cargas e nos transformadores, estas tendem a piorar com o aumento do carregamento de VE, desta forma, os limites estabelecidos pela norma EN 50160 são aqueles que se devem prestar mais atenção durante o estudo do problema. Por fim, os autores verificaram um aumento nas perdas no sistema de distribuição, devido aos processos descontrolados de carregamento de VE [27].

No que diz respeito ao conteúdo harmónico, existem normas que impõem limites máximos e soluções para que este seja aliviado. Para o carregamento de VE, no Guia Técnico das instalações elétricas para o carregamento de VE [34] emitido pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), é indicado que neste tipo de instalações com mais de cinco postos de carregamento, poderá ser necessário prever instalações de filtros para a correção do teor harmónico. Já a norma *IEEE/ANSI Standard C57.110*, “*IEEE Recommended Practice for Establishing Transformer Capability when Supplying Nonsinusoidal Load Currents*”, estipula como máxima distorção à plena carga o valor de 5% [35].

Muitos dos equipamentos atuais utilizados para o carregamento de VE, já contemplam limites para o nível do conteúdo harmónico. A título de exemplo, analisando a ficha técnica do carregador da Siemens [36] conclui-se que nas características é indicado que este apresenta uma taxa de distorção harmónica inferior a 3%.

2.3.4. Estratégias para otimizar a integração dos postos de carregamento na rede de distribuição

A melhor estratégia para otimizar a integração dos PCVE é o estudo contínuo das redes, como é o caso do recente projeto que a INESC TEC desenvolveu para a E-REDES. Estes estudos têm como principal objetivo estudar o impacto associado ao aumento de VE na rede de distribuição nacional, aliviando assim, as necessidades de investimento nos anos seguintes e acelerar o processo de implementação dos PCVE.

Este estudo, conhecido como *Grid Plan*, analisa os impactos da evolução do VE no planeamento da rede de distribuição, para diferentes cenários de adoção de VE em Portugal, antecipando desafios técnicos, operacionais e financeiros que poderão surgir nas redes de distribuição. Para além disto, um dos principais objetivos deste estudo é a definição de uma estratégia de desenvolvimento e reforço da rede de energia, permitindo que a empresa distribuidora de energia possa otimizar o investimento e preservar a qualidade do serviço [37].

O aumento de VE nas estradas nacionais, traduz um igual aumento de postos de carregamento e, conseqüentemente, um aumento no consumo da energia solicitada à rede. Este aumento de energia poderá ser, parcialmente, colmatado pela introdução de sistemas produtores de energias renováveis e de dispositivos de armazenamento junto dos postos

de carregamento, caso se revele necessário.

Apesar da percentagem de VE em zonas rurais ser menor quando comparada com a percentagem deste tipo de veículos em zonas urbanas, torna-se igualmente importante realizar estes estudos às redes de distribuição existentes nestas zonas. Em muitas destas zonas as redes de distribuição não foram concebidas para estas novas cargas e com o possível aumento do carregamento de VE, poderá haver necessidade de realizar alguns dimensionamentos às redes de distribuição.

Capítulo 3

Caso de Estudo

3.1. Introdução

O objetivo do presente capítulo é apresentar um caso de estudo, nomeadamente através da integração de um plano para a ME no território da Arrábida. Este plano é uma proposta de intervenção e de promoção para a ME, potenciando uma rede de pontos de carregamento capazes de responder eficazmente às necessidades dos UVE nos três municípios que constituem o território da Arrábida: Setúbal, Palmela e Sesimbra.

O estudo irá focar-se apenas na zona de Sesimbra, analisando a proposta que o plano apresenta para a instalação dos pontos de carregamento na vila, a localização definida para os equipamentos e definir soluções para as respetivas alimentações elétricas dos pontos de carregamento. Para isso, serão identificados e analisados os PT, onde poderão ter origem as alimentações elétricas dos carregadores, através dos seus atuais diagramas de carga, com o intuito de se compreender a viabilidade técnica e económica das propostas e verificar se existe potência disponível nas infraestruturas elétricas na vila.

Numa parte final do capítulo, serão caracterizados os possíveis tipos de postos de carregamento a instalar no local, consoante o nível de potência [38]:

- Posto de carregamento lento ($P < 11$ kW);
- Posto de carregamento normal ($11 \text{ kW} \leq P \leq 22$ kW);
- Posto de carregamento rápido ($50 \text{ kW} \leq P \leq 100$ kW);
- Posto de carregamento ultrarrápido ($P > 100$ kW).

3.2. Caracterização da Vila de Sesimbra

O concelho de Sesimbra localiza-se no sudoeste da Península de Setúbal, possuindo uma área de 194,98 km² e integra a Área Metropolitana de Lisboa. Este município é limitado a norte pelos municípios de Almada e do Seixal, a nordeste pelo Barreiro, a leste por Setúbal e a Sul pelo Oceano Atlântico. O município de Sesimbra está dividido em três freguesias: Castelo, Quinta do Conde e Santiago.

O presente estudo focar-se-á na zona da freguesia de Santiago, conforme pode ser observado na seguinte figura:



Figura 14 – Localização do concelho de Sesimbra, com a indicação das suas freguesias: verde – freguesia do Castelo; amarelo – freguesia da Quinta do Conde; azul – freguesia de Santiago.

Segundo os censos de 2011, a população residente no concelho de Sesimbra, no respetivo ano, era de 48509 habitantes, onde 52,7% eram pertencentes à freguesia da Quinta do Conde, 37,4% à freguesia do Castelo e 9,9% à freguesia de Santiago, isto quer dizer, que a população residente na zona alvo (freguesia de Santiago) é cerca de 4841 pessoas. Outro aspeto que importa caracterizar sobre a freguesia de Santiago é o tipo de alojamentos existentes. Segundo os censos do ano de 2011, existiam cerca de 6050 alojamentos, dos quais 34,8% eram de residência habitual e 56,1% de residência secundária [39].

O concelho de Sesimbra, mais precisamente a freguesia de Santiago, devido às suas praias, e não só, é muito frequentado na altura do verão, recebendo diariamente centenas de pessoas. Para além do verão, esta freguesia é muito visitada no mês de fevereiro, quando se festeja o Carnaval. Resumindo, esta freguesia, apesar de ter uma população residente baixa, é uma zona muito frequentada a nível turístico nas épocas altas do ano. A implementação de pontos de carregamento torna-se assim muito importante, de modo a permitir que os UVE possam planear visitar a zona, tendo a garantia que poderão carregar os seus veículos em caso de necessidade.

3.3. Situação atual da Mobilidade Elétrica na Vila de Sesimbra

Atualmente, na freguesia de Santiago, segundo o site da rede MOBI.E, apenas existem dois pontos de carregamentos públicos disponíveis [40]:

- 1 ponto de carregamento semirrápido, com duas saídas AC de 22 kW, ambas com conector Type 2 (Mennekes), alimentado eletricamente através da rede de distribuição em baixa tensão e ligado à rede MOBI.E;
- 1 ponto de carregamento semirrápido, com duas saídas AC, de 11 kW, ambas com conector Type 2 (Mennekes), alimentado eletricamente através da rede de baixa tensão e ligado à rede MOBI.E.

Fora da freguesia de Santiago, já na freguesia do Castelo, é onde se pode encontrar outros dois pontos de carregamento. Estes pontos de carregamento já são do tipo rápido, disponibilizando saídas em DC com potências superiores, ou iguais, a 50 kW. Estes pontos de carregamentos estão localizados junto de grandes superfícies, como por exemplo, supermercados e restaurantes.

Para os residentes da freguesia de Santiago, torna-se assim necessário um reforço das infraestruturas de carregamento, conforme apresentado no Plano da Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], visto que, grande parte das residências são do tipo apartamento e não possuem garagem particular de modo a permitir o carregamento nas habitações. A aposta na expansão da rede de carregamento na freguesia de Santiago, seria um grande impulso para a aquisição de VE por parte dos atuais e futuros residentes e visitantes da vila.

A título indicativo, segundo a Diretiva 2014/94/EU [41], relativa à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos, é indicado que:

“o número médio adequado de pontos de carregamento deverá ser equivalente a pelo menos um ponto de carregamento por cada 10 automóveis.”

Ora, atualmente a freguesia de Santiago dispõem de 2 pontos de carregamento (totalizando 4 tomadas – permitindo o carregamento de 4 veículos) para um total de 4841 residentes, confirmando assim a necessidade de expandir as suas infraestruturas de carregamento.

3.4. Plano para a localização das infraestruturas de carregamento de Veículos Elétricos em Sesimbra

De forma a existir uma rápida e harmoniosa mudança para os VE é necessário que os potenciais utilizadores se sintam confiantes e para tal devem existir pontos de carregamento adequados, em localizações convenientes, para garantir as necessidades desses mesmos utilizadores.

A maioria dos UVE da União Europeia, incluindo Portugal, têm possibilidades para carregar os seus veículos fora da rua, tipicamente nas suas habitações. As necessidades de carregamento destes UVE são satisfeitas através do carregamento doméstico, em período noturno, onde o custo associado ao mesmo é menor. No entanto, para os UVE no Território da Arrábida, nem sempre esta é uma opção válida. Muitos dos residentes no Território da Arrábida, principalmente na freguesia de Santiago, não têm acesso a estacionamento nas suas habitações, visto que as suas habitações estão localizadas em edifícios de vários andares localizados, por vezes, em zonas históricas [16].

O facto de muitos utilizadores do território da Arrábida não possuírem garagem nas suas habitações, ou condições para efetuar o carregamento de um VE, poderá fazer com que estes não optem pela mudança entre um veículo elétrico e outro convencional.

Desta forma, torna-se de extrema importância o acesso ao carregamento público, ou ao uso partilhado do carregamento privado, para que este tema não seja uma barreira no momento da transição para a ME.

Em Portugal, e no Território da Arrábida, à medida que os VE forem aumentando, o carregamento tenderá a mudar para as opções públicas, sendo afastado, com o tempo, das opções domésticas. Segundo um estudo, na União Europeia, a parcela de carregamento declinará aproximadamente 75% em 2020 para cerca de 40% em 2030. A razão deste acontecimento está no facto das famílias, sem opções de carregamento nas suas habitações, adquirirem VE a partir de 2030 [16].

Segundo o Plano da Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], podem apontar-se como critérios gerais para a seleção dos locais dos pontos de carregamento os seguintes:

- A localização dos pontos de carregamento não pode encorajar uma viagem do VE para percursos não necessários para localizações mais atrativas em zonas urbanas centrais onde esses percursos podem ser feitos

convenientemente a pé, de bicicleta ou de transportes públicos. Não deverá ser fomentada a deslocação de veículos para zonas congestionadas para carregar ou estacionar na rua durante longos períodos;

- Pontos de carregamento na rua devem ser colocados em harmonia com o espaço público e garantir que as ruas sejam acessíveis e priorizadas aos peões e ciclistas (por exemplo, evitar a todo o custo colocar postos de carregamento nos passeios para peões).

Outro aspeto importante para definir as possíveis localizações dos pontos de carregamento é a disponibilidade de potência elétrica na zona. Após definido o local para a instalação do posto de carregamento, cabe ao ORD estudar a zona e perceber qual a melhor solução a adotar para a alimentação elétrica de um dado posto de carregamento face à potência disponível no local e às possíveis alterações à rede de distribuição para acomodar o equipamento de carregamento.

3.4.1. Critérios específicos de localização

Carregadores residenciais de rua: Este tipo de carregadores poderá proporcionar uma forma proveitosa de carregamento aos UVE sem estacionamento em garagem, tirando partido de períodos extensos em que os VE não estão em utilização e o relativo baixo custo da infraestrutura aquando comparada com os carregadores rápidos.

Quando as condições assim o permitem, a provisão do carregamento pode ser feita na rua, em zonas fora do passeio. Existe uma série de exemplos de inovação na infraestrutura de carregamento que mostram como se pode reduzir o impacto urbano deste tipo de localização. Um desses exemplos é o carregamento na luminária pública, aproveitando a infraestrutura existente [16].

A empresa Galp [42] para resolver o problema dos centros urbanos, tem como projeto a instalação de pontos de carregamento em postes de iluminação pública, como por exemplo a seguinte figura:



Figura 15 – Carregador para VE instalado num candeeiro de rua proposto pela Galp [42].

Carregadores de bairro: O conceito de carregadores de bairro define um local com um agrupamento de carregadores normais ou semirrápidos, em AC, em áreas residenciais desenhado para o acesso aberto, idealmente baseado num modelo por marcação. Este modelo tem o potencial de reduzir o impacto nas paisagens urbanas e é muito interessante para um grande número de utilizadores, abrindo oportunidades à gestão de energia, uma vez que os veículos estarão ligados por muito tempo e poderão eventualmente disponibilizar energia à rede (V2G) por meio de técnicas de gestão de rede [16].

Este tipo de solução deveria permitir o carregamento longo, tipicamente em períodos noturno, em zonas residenciais onde o carregamento na habitação não seja de todo possível. No entanto, este tipo de solução carece de algum estudo e desenvolvimento, nomeadamente no que diz respeito às taxas de ocupação e às tarifas a aplicar neste tipo de carregamento.

Para além disso em função da legislação atual em vigor, seria necessário esclarecer se estes pontos de carregamento seriam de acesso público ou privado. Se os mesmos fossem de acesso público poderia trazer desvantagens para os residentes da zona onde este sistema fosse implementado, como por exemplo, a elevada ocupação dos postos de carregamento por não residentes daquela zona.

Ainda em relação ao acesso público, uma das soluções seria criar-se um sistema dinâmico de tarifação para residentes e não residentes da zona de implementação do conjunto de carregadores. Este sistema de tarifação deveria ser mais benéfico para os residentes da respetiva zona.

Para este tipo de conceito, carregadores de bairro – conjunto de carregadores, para reduzir os picos de consumo nos horários de maior procura de energia, deveriam ser aplicadas soluções para a gestão da utilização da energia disponível da rede durante os processos de carregamento.

Este tipo de soluções permitiria aos UVE efetuar vários processos de carregamento em simultâneo, em lugares de estacionamento reservados para o carregamento de VE e equipados com um determinado número de carregadores, tendo em conta a potência disponível na rede naquele momento.

A potência utilizada em cada carregador seria variável em função da disponibilidade de potência e da procura pelo carregamento elétrico. Esta solução de estacionamento e carregamento inteligente, deve ter em conta diversos fatores, tais como:

- Ocupação dos equipamentos de carregamento;
- Estado de carga das baterias dos VE, *SOC - State of Charge*;
- Potência disponível na fonte de alimentação elétrica dos equipamentos de carregamento.

Carregadores de destino: Os pontos de carregamento no destino estarão em locais onde as pessoas ficam por algumas horas, como por exemplo um estacionamento “*Park and Ride*” (geralmente 8 horas), mas também equipamentos públicos de comércio como ginásios, supermercados e centros comerciais. Isto irá permitir que os UVE efetuem o carregamento dos seus VE sem terem de alterar as suas rotinas habituais [16].

3.4.2. Localização definida para os pontos de carregamento em Sesimbra

Através de uma parceria realizada com a Câmara Municipal de Sesimbra (CMS), foi possível obtermos a localização prevista para os possíveis futuros PCVE a instalar na freguesia de Santiago em Sesimbra. Através do plano da ME para a vila de Sesimbra, foi possível detalhar a seguinte tabela:

Tabela 7 – Localização e tipo de carregamento proposto para a vila de Sesimbra
(adaptado [16]).

Localizações dos PCVE na vila de Sesimbra						
PCVE Normal ou Semirrápido a curto prazo em Sesimbra (2022)						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_NSR_1	38.44417	-9.10058	Largo 5 de Outubro	Sesimbra	Santiago	≤ 22
PCVE Normal ou Semirrápido a médio prazo em Sesimbra (2025)						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_NSR_2	38.44537	-9.10017	Finanças	Sesimbra	Santiago	≤ 22
PCVE Normal ou Semirrápido a longo prazo em Sesimbra (2030)						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_NSR_3	38.44311	-9.10158	Fortaleza	Sesimbra	Santiago	≤ 22
PCVE_NSR_4	38.44798	-9.09998	Estádio Vila Amália	Sesimbra	Santiago	≤ 22
PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_R_1	38.44349	-9.09707	Novo Centro de Saúde de Sesimbra	Sesimbra	Santiago	≥ 50
PCVE_R_2	38.44225	-9.09602	Marginal Nascente	Sesimbra	Santiago	≥ 50
PCVE_R_3	38.44337	-9.10716	Marginal Poente	Sesimbra	Santiago	≥ 50

Da análise da tabela 7 é possível identificar os tipos de carregamentos previstos para a vila de Sesimbra, os mesmos serão do tipo rápido (PCVE_R) com potências iguais ou superiores a 50 kW e do tipo normal ou semirrápido (PCVE_NSR) para potências até 22 kW. Para além do tipo de carregamento, é possível identificar a localização exata para a instalação dos equipamentos através das coordenadas facultadas pela CMS. Para uma melhor interpretação das localizações indicadas na tabela 7, deverá ser consultado o Apêndice I.

Segundo o Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], o PCVE_R n.º 1 será uma Estação de Carregamento com múltiplos carregadores, tipicamente tratado como “Hub” de carregamento.

3.5. Tipologia da rede elétrica na vila de Sesimbra

A distribuição de energia é tipicamente realizada em MAT/AT, tornando-se assim necessário transformá-la para MT nas subestações e, por sua vez, alimentar eletricamente os postos de transformação. A jusante dos postos de transformação a energia é distribuída através da rede BT até aos consumidores finais à tensão de 230/ 400 V.

As zonas circundantes à vila de Sesimbra, e à freguesia de Santiago, são zonas rurais onde, tipicamente, a distribuição de energia é realizada através de linhas aéreas ao nível da MT e da BT. Já dentro da freguesia de Santiago, na zona alvo de estudo, a distribuição de MT é realizada de forma subterrânea, alimentando os Postos de Transformação de Distribuição (PTD) ou Cliente (PTC) de cabine baixa instalados em edifícios próprios ou integrados em espaços disponibilizados em edifícios, por exemplo, em edifícios de habitação. Para além da rede MT, a rede de BT também é, na generalidade, do tipo subterrânea no centro das áreas urbanas da freguesia de Santiago.

Através da parceria estabelecida com a CMS e em conjunto com a E-REDES, foi possível consultar o cadastro das redes de distribuição MT e BT na zona em estudo. Esta ferramenta mostrou-se bastante útil para a análise da tipologia das redes em Sesimbra e para a localização dos PTD, conforme se pode ver na figura 16.

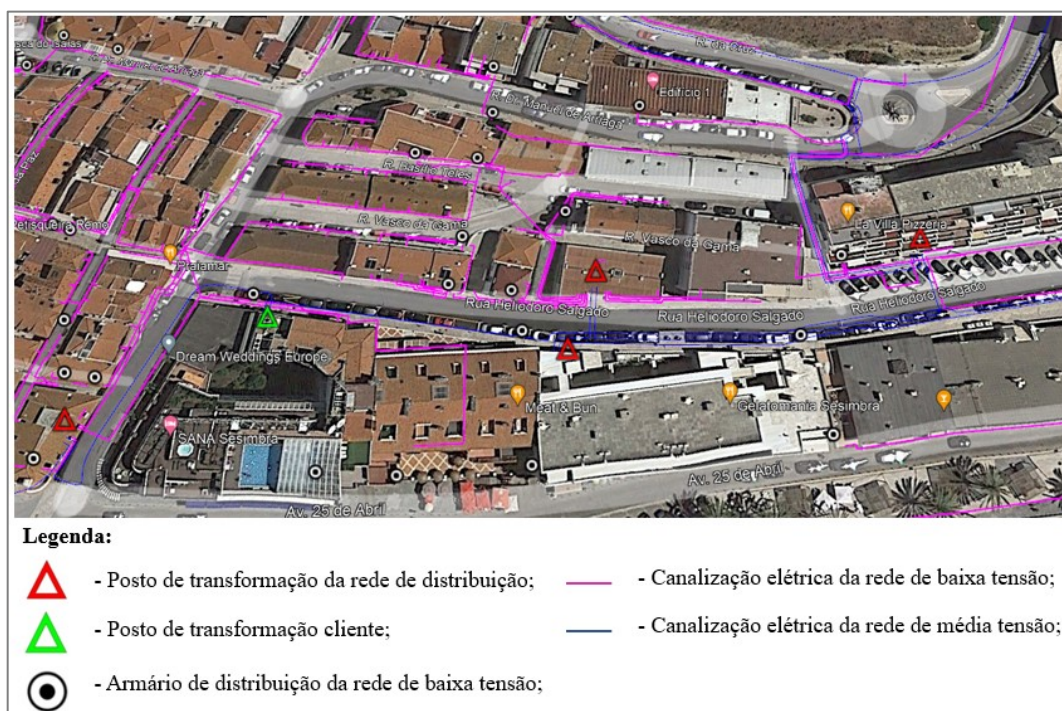


Figura 16 – Imagem satélite da zona de Sesimbra, com a representação do cadastro da rede BT e MT.

Na figura 16 está representada uma pequena parte da freguesia de Santiago, bem como o cadastro das infraestruturas elétricas, como por exemplo, as linhas de distribuição de MT. Para além das linhas de MT, é possível identificar os PTD e os PTC no cadastro. São também representadas as infraestruturas de BT e também é possível identificar os armários de distribuição através do símbolo circular.

Da consulta realizada ao cadastro das redes, concluiu-se que a distribuição em MT é realizada à tensão de 15 kV.

3.6. Disponibilidade de potência elétrica para os postos de carregamento

Através do cadastro das infraestruturas elétricas na vila de Sesimbra e através da localização proposta para os PCVE, foi possível identificar os pontos prováveis para a origem da alimentação elétrica dos PCVE.

Esta análise teve como base os PTD mais próximos dos locais identificados para a instalação dos carregadores, sendo os mesmos devidamente identificados para, posteriormente, serem obtidos os seus diagramas de carga, de modo a realizar uma análise detalhada com o objetivo de determinar a viabilidade da alimentação elétrica aos equipamentos de carregamento.

3.6.1. Identificação dos possíveis pontos de alimentação elétrica

Do cruzamento da informação indicada anteriormente, é apresentado um dos exemplos da localização de um dos PTD identificados como possível ponto de alimentação do carregador PCVE_R_2 (tabela 8 e figura 17).

Foram realizadas outras identificações deste tipo, e as mesmas encontram-se apresentadas no Apêndice I do presente documento.

Tabela 8 – Identificação do PTD para alimentação elétrica do PCVE_R_2.

PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_R_2	38.44225	-9.09602	Marginal Nascente	Sesimbra	Santiago	≥ 50
Identificação do PT mais próximo do local da instalação do PCVE						
ID do PT		ID E-REDES	Tensão [kV]	P [kVA]	CVE -> PT [m]	
1511D2030500		105783258	15	630	25	

Da consulta realizada ao cadastro das redes foi possível obter o número de identificação, bem como o ID da E-REDES do respetivo PTD, como se pode observar na tabela 8.

O PTD identificado é do tipo cabine baixa e está inserido num edifício, em espaço próprio disponibilizado para a sua instalação, conforme pode ser observado na figura 17:



Figura 17 – Imagens do PTD retiradas do cadastro das redes.

Da análise da figura 17 é possível identificar que a zona definida para a instalação do PCVE trata-se de uma zona de estacionamento público, junto de uma via principal muito movimentada e junto à praia de Sesimbra. Para além disso, é possível também observar a localização do PTD indicado anteriormente na tabela 8. A distância do PTD identificado, até ao local da instalação do PCVE, é de aproximadamente 25 m.

3.6.2. Diagramas de carga atuais

A identificação do PT observado no ponto anterior, possibilitou a solicitação do seu diagrama de carga atual à empresa distribuidora de energia (E-REDES), através da CMS.

Foram realizados outros diagramas de carga deste tipo para os diversos PTD alvos de estudo, os mesmos encontram-se apresentados no Apêndice II do presente documento.

Da análise realizada aos diagramas de carga é possível verificar se o posto de transformação identificado tem potência de reserva suficiente para alimentar eletricamente o PCVE.

Através dos dados facultados pela E-REDES para o ano de 2020 identificaram-se, para a estação do inverno e verão, os meses e dias de maior consumo de potência. De seguida, na figura 18 e 19 serão apresentados os diagramas de carga desses mesmos dias:

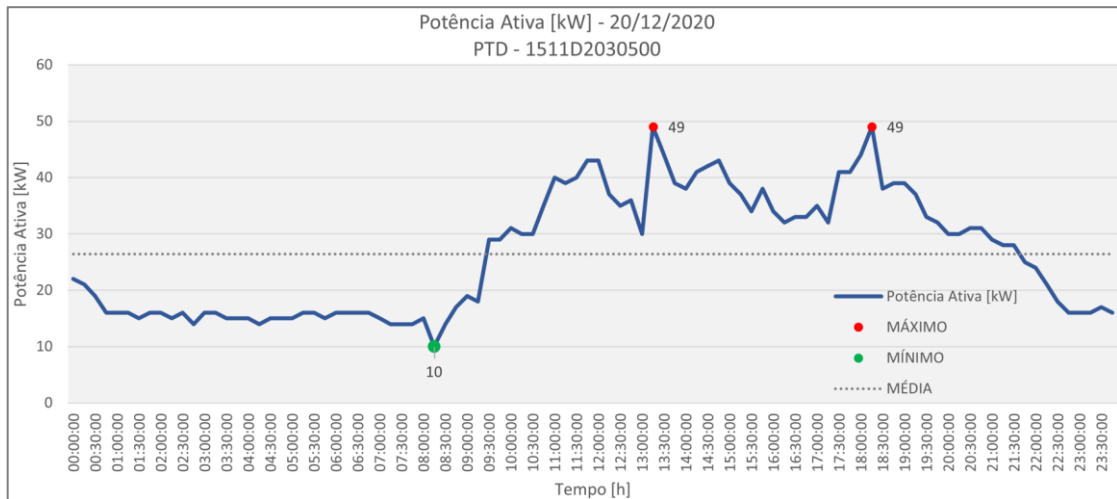


Figura 18 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 20/12/2020, PTD – 1511D2030500.

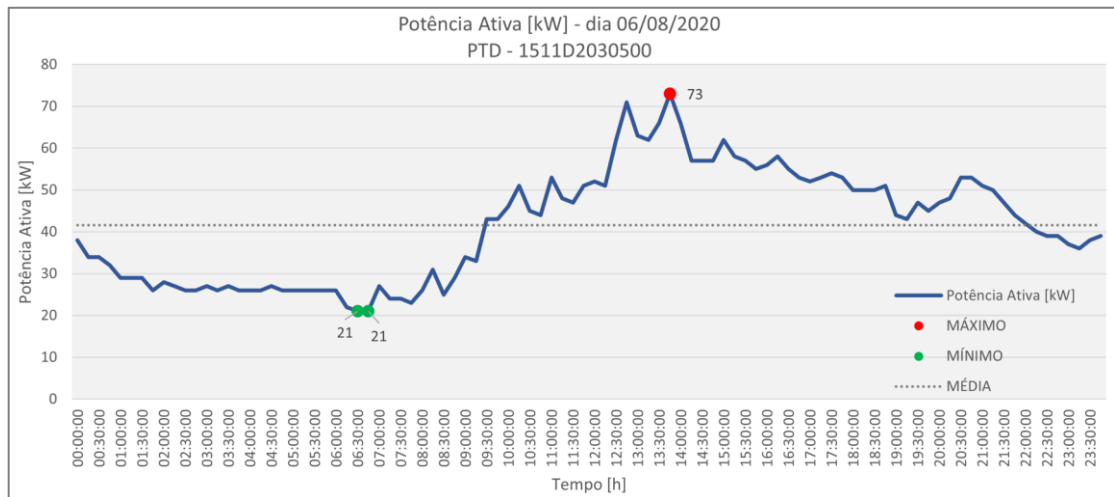


Figura 19 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 06/08/2020, PTD – 1511D2030500.

Nas figuras anteriores são apresentados os diagramas de carga, para o ano de 2020, do PTD alvo de estudo. Foram demonstrados dois diagramas de carga separados pelas respetivas estações do ano (verão e inverno).

Nos diagramas de carga estão representados os valores de potência ativa (linha contínua azul), o valor máximo e mínimo de potência ativa (indicador vermelho e verde respetivamente) e o valor médio da potência ativa verificada naquele dia (linha a tracejado cinzento). No eixo vertical é indicado o valor da potência ativa em kW, e no eixo horizontal o tempo indicado em horas.

Na seguinte tabela são apresentados os valores máximos, mínimos e médios de potência ativa registada no PTD para as estações do ano onde normalmente são registados os picos de potência (verão e inverno):

Tabela 9 – Valores de potência ativa registados no ano de 2020 para o PTD identificado, nas estações de inverno e verão.

Mês do ano (2020)	Estação do ano	Potência ativa [kW]		
		Máxima	Mínima	Média
Dezembro	Inverno	49	6	22,41
Agosto	Verão	73	11	35,53

Da análise realizada à tabela anterior, conclui-se que o presente PTD apresenta valores baixos de potência de pico e apresenta reserva de potência disponível para a alimentação do PCVE.

É importante realçar que os dados facultados pela E-REDES, para a construção dos diagramas de carga, dizem respeito ao ano de 2020. Não tendo sido possível realizar as simulações com dados mais recentes, é necessário ter-se em atenção que os diagramas de carga atuais poderão não corresponder com os apresentados neste estudo dado o intervalo de tempo que passou.

Torna-se igualmente entender que os dados de consumo analisados, foram registados no ano afetado pela pandemia COVID-19 e, conseqüentemente, durante encerramento de muitos serviços. Segundo o Expresso [43], entre março e dezembro de 2020, os consumos de eletricidade aumentaram cerca de 14,9% no setor doméstico e diminuíram 18,3% e 5,6% em instalações de serviços e indústria respetivamente.

De realçar que na zona da vila de Sesimbra, principalmente na zona alvo de estudo, a parcela dos consumos associados a serviços e indústria é muito reduzido ou inexistente. Nestas zonas prevalecem os consumidores de energia associados a habitações e comércio, incluindo os pontos turísticos e a restauração.

Concluindo, os consumos apresentados nos diagramas de carga poderão estar abaixo dos seus valores normais em função do local dos PTD. Se um PTD estiver próximo de zonas turísticas, zonas de divertimento público (cafés, bares, etc), zonas comerciais e zonas de restauração possivelmente o seu diagrama de carga irá estar abaixo do normal. No entanto, se um PTD estiver localizado em zonas residenciais, como por exemplo nos bairros, o diagrama de carga deste poderá apresentar valores superiores aos normais.

3.7. Caracterização dos possíveis postos de carregamento a instalar em Sesimbra

No presente ponto serão analisados e caracterizados os possíveis equipamentos de carregamento que poderão ser instalados em Sesimbra. Serão apresentadas as suas principais características, as suas necessidades de potência solicitadas à rede elétrica e outros pontos que possam ser relevantes para o tema.

Desta forma, foram consultados diversos fabricantes de postos de carregamento, de modo a obter as fichas técnicas dos equipamentos, para possibilitar a recolha da informação seguinte.

3.7.1. Posto de carregamento lento ($P < 11 \text{ kW}$)

Os postos de carregamento com estes níveis de potência, atualmente não têm sido opção para a rede pública de carregamento. De qualquer das formas, de seguida serão indicadas as suas principais características.

Os postos de carregamento lentos permitem o carregamento dos VE com potências compreendidas entre os 3,7 e os 7 kW. Este tipo de carregamento é realizado em soluções monofásicas admitindo correntes até 32 A (7,4 kW).

Este tipo de equipamento é classificado como sendo um carregamento lento, pois tipicamente são necessárias cerca de 6 a 8 horas para que o VE realize o seu carregamento.

No que diz respeito à instalação e alimentação deste tipo equipamentos é necessário, providenciar da rede elétrica os seguintes valores de potência:

- Carregador monofásico: 3,7 kW (16 A AC/ Monofásico);
- Carregador monofásico; 7,4 kW (32 A AC/ Monofásico).

Os carregadores desta ordem de potências, podem ser instalados em zonas públicas, mas também em habitações, desde que a potência contratada permita a sua utilização sem problemas de interrupção do serviço.

Caso se pretenda ter estes equipamentos instalados nas habitações é necessário ter, no mínimo, os seguintes escalões de potência contratada:

- Carregador de 3,7 kW: potência contratada de 4,6 kVA ou 5,75 kVA monofásica;
- Carregador de 7,4 kW: potência contratada de 10,35 kVA monofásica.

A título de exemplo são apresentados na figura 20 alguns equipamentos de carregamento equivalentes aos descritos anteriormente:



	
<p>Tomada de Carregamento – Potência 3,68 kW (16 A/ monofásico)</p>	<p>Carregador – Potência 7,4 kW (32 A/ monofásico)</p>

Figura 20 – Imagem ilustrativa de carregadores desta gama de potência.

3.7.2. Posto de carregamento normal ($11 \text{ kW} \leq P \leq 22 \text{ kW}$)

O carregamento normal compreende potências entre os 11 kW e os 22 kW inclusive, sendo o mesmo classificado como um carregamento do modo 3, conforme visto em capítulos anteriores.

Este tipo de carregamento é do tipo AC e é necessário serem utilizados conectores específicos, como é o caso, por exemplo, do conector Tipo 2, muito usual em VE.

No entanto torna-se importante perceber que para carregamentos AC é necessário a conversão da potência para DC, permitindo assim o carregamento da bateria do veículo. Para possibilitar esta conversão os VE são equipados com um carregador interno que

apresenta algumas limitações ao nível da potência. Geralmente, e conforme apresentado em capítulos anteriores, os VE apenas admitem carregamentos AC até aos 11 kW, podendo ir até 22 kW noutras versões dentro do mesmo modelo de VE.

Veja-se o exemplo do Nissan Leaf que nas suas versões mais atuais tem incorporado um carregador interno de 3,6 kW ou de 6,6 kW, logo não admite carregamentos AC acima destes valores. Para potências superiores, ou carregamentos mais rápidos, o carregamento deverá ser realizado em DC.

Para esta gama de potências, a alimentação elétrica destes equipamentos será em trifásico e admitirá correntes na ordem dos 16 a 32 A.

Ora, no que diz respeito à instalação e alimentação deste tipo de equipamentos é necessário, providenciar da rede elétrica os seguintes valores de potência:

- Carregador trifásico: 11 - 22 kW (16 A - 32 A AC/ Trifásico).

Por norma este tipo de carregamento é muito usual em espaços públicos ou até mesmo em condomínios, não sendo muito usual em habitações devido à sua elevada potência. A duração de um carregamento deste tipo é de 1 a 3 horas.

A título de exemplo, o fabricante português, Magnum Cap é uma das empresas que apresenta soluções para este tipo de equipamentos Um dos seus carregadores é apresentado na figura 21:



Figura 21 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante Magnum Cap.

3.7.3. Posto de carregamento rápido ($50 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$)

Os carregamentos com potências compreendidas entre os 50 kW e os 100 kW inclusive, já são classificados como rápidos do modo 3 e 4.

Este tipo de carregamento é muito usual em zonas de carregamento públicas e não é aconselhado para habitações devido à sua elevada potência. A duração de um carregamento rápido poderá rondar os 15 a 30 minutos, dependendo das necessidades do UVE.

É um tipo de carregamento muito procurado, por exemplo, pelos operadores de TVDE fornecendo aos seus VE um aumento de autonomia, num curto espaço de tempo, para as suas viagens mais longas. No entanto, quando não existe limitação no tempo de carregamento deverá privilegiar-se o carregamento com potências elétricas baixas, ou seja, o carregamento normal ou lento.

Para um carregador deste tipo é necessário providenciar da rede elétrica, tipicamente, potências elétricas elevadas, tornando-se necessário que a sua fonte de alimentação tenha uma reserva de potência considerável.

Existem diversos tipos de carregadores rápidos, como é o caso do carregador da ABB apresentado a título de exemplo na figura 22, capaz de realizar carregamentos no modo 3 e 4. Este equipamento totaliza assim uma potência de 50kW DC e 43 kW AC.



Figura 22 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante ABB.

3.7.4. Posto de carregamento ultrarrápido ($P > 100$ kW)

Apesar de não fazer parte do plano atual da ME para a vila de Sesimbra decidiu-se apresentar este tipo de carregamento no presente estudo dado que a sua implementação continuará a aumentar no país.

O carregamento ultrarrápido tem uma potência consideravelmente superior aos restantes. Normalmente, os postos de carregamento ultrarrápidos presentes na rede pública de carregamento, apresentam potências na ordem dos 120 kW a 160 kW. Existem modelos de carregamento DC que podem chegar aos 350 kW, ficando os mesmos apenas limitados à potência máxima de carregamento do próprio VE.

Conforme explicado anteriormente para as limitações do carregamento AC, atualmente os VE também apresentam limitações nos carregamentos DC de elevada potência, nem todos os modelos admitem carregamentos DC com potências superiores a 120 kW.

Para se ter uma noção, a título de exemplo, as últimas versões fabricadas do modelo Hyundai Ioniq 5 (Long Range 2WD) admite carregamentos DC até 200 kW em pontos de carregamento com potências de 300 kW. Neste tipo de carregamento ultrarrápido torna-se importante perceber que, apesar do carregador ser de 300 kW de potência, o carregamento nem sempre atinge valores tão elevados. O valor da potência de carregamento irá depender da capacidade da bateria e do seu SOC.

Analisando ainda o exemplo do modelo Hyundai Ioniq, durante um carregamento DC num posto de 300 kW e um SOC de 0%, presente na figura 23, o valor da potência de carregamento iria variar da seguinte forma:

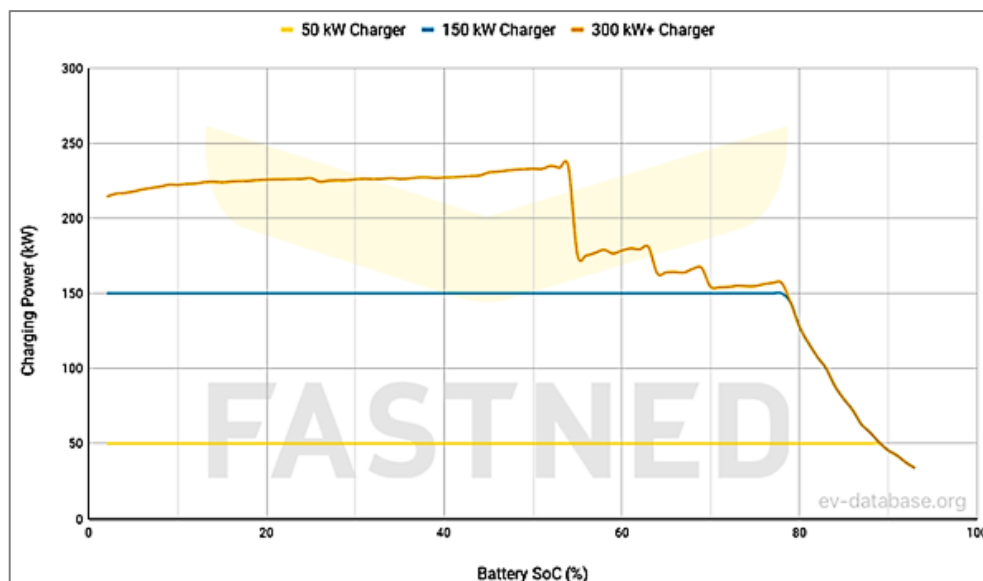


Figura 23 – Carregamento de um Hyundai Ioniq num posto de 50 kW, 150 kW e de 300 kW [44].

Ao contrário dos carregamentos de 50 kW e 150 kW, que se mantêm constantes praticamente até ao final do processo, o carregamento de 300 kW inicia-se com uma potência superior a 200 kW, aumentando até aproximadamente 250 kW e quando o SOC da bateria atinge aproximadamente os 55% a potência começa a diminuir até ao final do carregamento.

Este tipo de carregador requer uma elevada potência à rede elétrica, sendo de extrema importância o estudo das infraestruturas existentes no local onde este será instalado e explorado. Para estes níveis de potência, em certos locais, poderá ser necessário certas adequações às redes de distribuição para viabilizar a sua alimentação elétrica.

Novamente a título de exemplo, a EFACEC é um dos fabricantes mais utilizado nos equipamentos de carregamento público, esta apresenta soluções para carregadores desta gama de potências, conforme pode ser visto na seguinte figura:



Figura 24 – Imagem ilustrativa do equipamento de carregamento descrito, fabricante EFACEC.

Este equipamento apresenta unicamente saídas de potência em corrente DC (modo 4 de carregamento) e, por norma, os conectores são do tipo CCS. Segundo a ficha técnica deste equipamento, a necessidade de alimentação elétrica poderá variar entre os 172 kVA e os 344 kVA.

3.7.5. HUB de Carregamento

Conforme indicado anteriormente, está previsto para a vila de Sesimbra perto de um bairro residencial um HUB de carregamento. Um HUB é simplesmente um conjunto de carregadores, permitindo o abastecimento em simultâneo de vários VE.

Estas estações de carregamento já existem em Portugal, como por exemplo, em Sintra foi ligado à rede pública de carregamento o primeiro HUB constituído por 4 PCVE rápidos de 50 kW, conforme se pode verificar na figura 25:



Figura 25 – HUB de carregamento, localizado em Sintra [45].

Na cidade de Leiria, a 22 de dezembro de 2021, foi inaugurado o primeiro HUB para reforçar a rede de carregamento pública da cidade, sendo o mesmo constituído por:

- 1 PCVE ultrarrápido, com potência de 150 kW;
- 3 PCVE rápidos, com potências de 50 kW;
- 5 PCVE normais, com potências de 22 kW.

Segundo o site da Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos [46], este HUB em Leiria faz parte de um total de 10 estações de carregamento idênticas, que resultam num investimento de cerca de 2 milhões de euros. Todas estas estações serão equipadas com postos de carregamento normais, rápidos e ultrarrápidos.

Em Lisboa, na zona de Belém, no Campo Grande e do Parque das Nações, existem quatro estações de carregamento que permitem o abastecimento de 36 VE em simultâneo, através de 6 PCVE rápidos por estação.

Este tipo de soluções de carregamento são essenciais para eliminar de vez qualquer dificuldade em realizar um carregamento rápido. No entanto, para que este tipo de estações funcionem em simultâneo, são necessárias elevadas potências nas suas alimentações elétricas, veja-se o exemplo de um HUB constituído por 4 PCVE rápidos com potências de 50 kW que, no pior cenário, requer à rede aproximadamente 200 kW de potência para permitir o carregamento de 4 VE em pleno.

Capítulo 4

Simulações e demonstrações de resultados

O objetivo do presente capítulo é apresentar os resultados obtidos através das simulações realizadas, sobre as informações indicadas no capítulo anterior. Através dos resultados apresentados serão retiradas conclusões sobre o impacto causado pelos PCVE nos diagramas de carga dos PTD presentes na rede de distribuição em Sesimbra.

Para estudar o impacto que os PCVE podem produzir nos diagramas de carga, foram realizados diversos ensaios através da implementação de cenários de carregamento nos diagramas de carga atuais dos PTD identificados no capítulo anterior.

Os cenários de carregamento foram definidos com base em registos de postos de carregamento reais e atualmente em funcionamento em diversas zonas do país, conforme será visto no ponto a seguir.

4.1. Postos de Carregamento e Cenários de Carregamento utilizados

De modo a aproximar os resultados das simulações de possíveis acontecimentos reais, a empresa Prio disponibilizou para a realização deste estudo, registos de carregamentos efetuados em três dos seus postos de carregamento. Os dados facultados foram obtidos através do registo da atividade dos postos de carregamento durante um mês. Os dados serão utilizados como cenários de carregamento, simulando os possíveis carregamentos durante um dia, nos vários pontos de carregamento definidos para Sesimbra.

Quando um VE inicia um carregamento numa estação, por exemplo de 50 kW, e se o nível da sua bateria for muito baixo, o tempo até alcançar a potência máxima de carregamento será maior. Existe um intervalo de valores para o SOC da bateria que torna o carregamento mais eficiente, conforme se pode ver na seguinte figura:

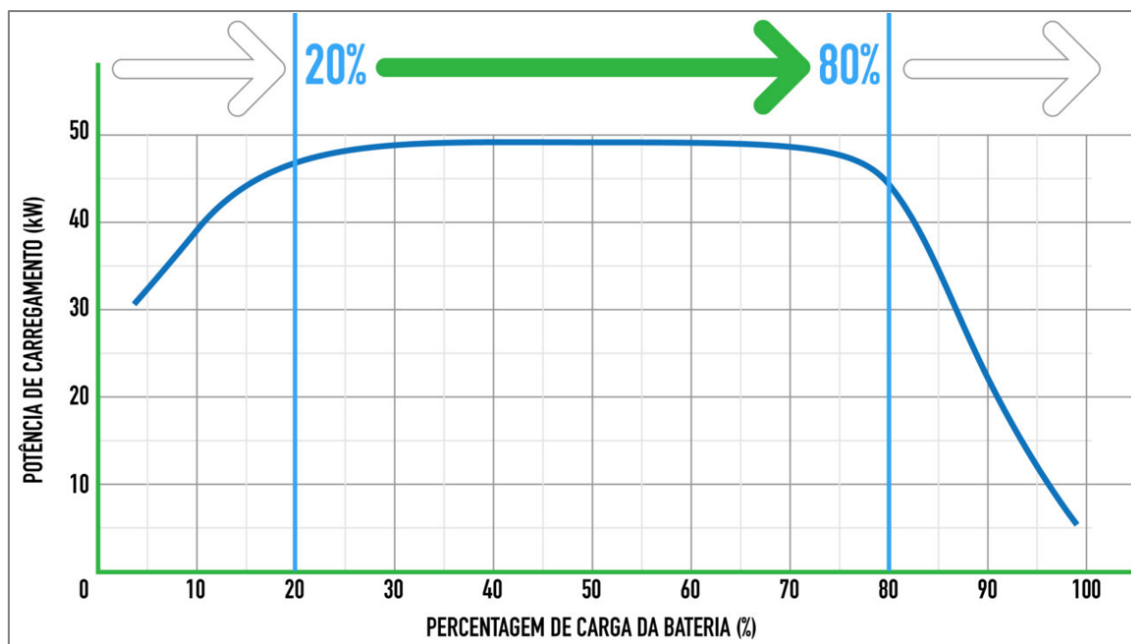


Figura 26 – Gráfico da variação da velocidade de carregamento em função do nível de carga da bateria [47].

Se o carregamento for realizado quando a bateria tem aproximadamente 20% de carga, o carregamento é realizado à potência máxima do posto até aos 80% da carga e, segundo o site da associação dos UVE [47], é nesta altura que se deve retirar o veículo do posto de carregamento. O carregamento da bateria só termina quando esta atinge os 100%, no entanto, após ultrapassar os 80% o carregamento torna-se mais lento, a potência solicitada ao posto diminui e, conseqüentemente, todo esse tempo é taxado nos postos de carregamento tornando assim o carregamento dispendioso.

Torna-se importante salientar que os registos de energia consumida durante os períodos de carregamento são valores médios durante um dado intervalo de tempo. Este facto também é possível de ser detetado pela análise da figura anterior.

O gráfico da figura 26 foi apresentado como um exemplo de que nem todos os VE, durante o período de carregamento, utilizam a potência máxima disponibilizada pelo carregador.

Os diagramas de carga dos PCVE de seguida apresentados dizem respeito à energia total utilizada nos carregamentos num dado intervalo de tempo. A partir desses valores de energia consumida foi calculada uma potência média nesse intervalo e foram representados em gráficos para tornar a sua análise mais perceptível.

4.1.1. Posto de carregamento 1

Este posto de carregamento está localizado na autoestrada A16, em Mira Sintra e o mesmo pode se identificado através do número SNT-00072. Este PCVE é do tipo rápido e é constituído pelos seguintes conectores:

- 1x 50 kW (Carregamento DC – CHAdeMO);
- 1x 50 kW (Carregamento DC – CCS2).

Segundo os dados disponibilizados pela Prio, o dia de maior consumo de energia foi registo a dia 7 de julho, conforme pode ser observado na tabela 10:

Tabela 10 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 1 no dia 7 de julho de 2022.

Código do OPC	Carregamento	Código Posto	Hora de início	Hora do final	Duração (Min)	Energia (kWh)	Potência média (kW ou kVA)
PRIO	1	SNT-00072	0:19:59	0:40:45	20,77	16,43	47,47
PRIO	2	SNT-00072	2:26:55	3:14:14	47,32	30,67	38,89
PRIO	3	SNT-00072	5:58:48	6:42:39	43,85	28,28	38,69
PRIO	4	SNT-00072	8:09:43	9:53:42	103,98	63,33	36,55
PRIO	5	SNT-00072	12:40:59	13:03:25	22,43	12,49	33,41
PRIO	6	SNT-00072	16:34:26	17:14:41	40,25	32,82	48,92
PRIO	7 (extra)	SNT-00072	20:34:26	21:14:41	40,25	32,82	48,92

Da análise da tabela 10, conclui-se que no dia 7 de julho foram realizados 6 carregamentos de VE, sendo possível observar a hora de início, a hora de fim, a duração e a energia consumida durante o carregamento.

De referir que, pela análise da tabela 10, alguns dos carregamentos apresentam uma potência média inferior a 50 kW (potência nominal do PCVE), devido ao facto dos VE terem sido mantidos a carregar com um valor de SOC superior a 80%, levando à redução da potência total de carregamento. Isto aplica-se para as restantes tabelas dos registos de carregamento apresentadas de seguida.

O carregamento n.º 7 não foi um acontecimento real, este foi acrescentado propositadamente com o objetivo de provocar um acréscimo significativo de potência na

ponta dos diagramas de carga dos PT, que acontece no início do período noturno tipicamente coincidente com a hora de jantar, de modo a tornar a simulação mais desfavorável.

De modo a ter-se uma perceção gráfica do consumo de energia dos carregamentos, os dados apresentados na tabela 10 foram representados graficamente através da figura 27:

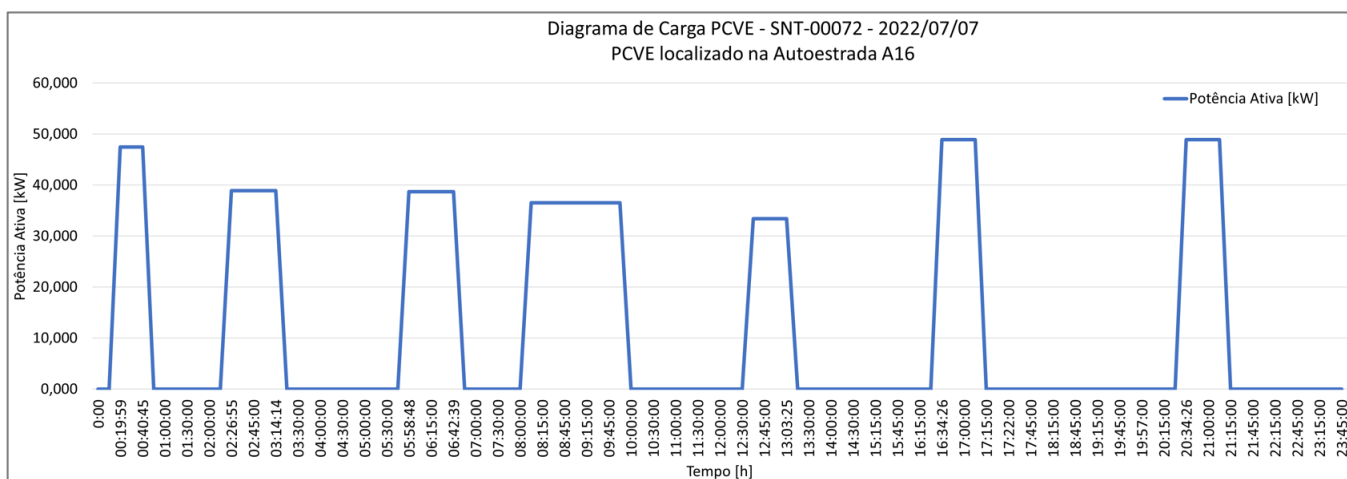


Figura 27 – Diagrama de carga do posto de carregamento 1.

Na figura 27 é assim apresentado o período do diagrama de carga do posto de carregamento 1 onde foram registados os carregamentos, sendo representado, a cor azul, a potência média (em kW – eixo vertical) durante os seis períodos de carregamento (em horas – eixo horizontal) registados para aquele dia. A maior parte dos carregamentos registados no período da manhã.

O posto de carregamento apresentado irá definir o **cenário 1** de carregamento.

De referir que o cenário 1 de carregamento foi construído com base na utilização de um posto de carregamento localizado numa autoestrada. O perfil de utilização deste equipamento poderá não se enquadrar com o perfil de utilização caso o mesmo fosse instalado na vila de Sesimbra.

4.1.2. Posto de carregamento 2

Este posto de carregamento está localizado na Avenida Dr. Carlos Campos 3, 3400-058, Oliveira do Hospital e o mesmo pode se identificado através do número OHP-00003/4. Este PCVE é do tipo rápido e é constituído pelos seguintes conectores:

- 1x 50 kW (Carregamento DC – CHAdeMO, CCS/SAE);
- 2x 22 kW (Carregamento AC – Tipo 2).

Segundo os dados disponibilizados pela Prio, o dia de maior consumo de energia foi registo a dia 20 de julho, conforme pode ser observado na tabela 11:

Tabela 11 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 2 no dia 20 de julho de 2022.

Código do OPC	Carregamento	Código Posto	Hora de início	Hora do final	Duração (Min)	Energia (kWh)	Potência média (kW ou kVA)
PRIO	1	OHP-00003	7:36:51	8:01:31	24,67	10,40	25,29
PRIO	2	OHP-00003	8:32:07	8:39:25	7,30	2,67	21,93
PRIO	3	OHP-00003	12:43:49	12:57:20	13,52	8,97	39,83
PRIO	4	OHP-00003	14:21:16	14:43:37	22,35	12,55	33,69
PRIO	5	OHP-00003	15:30:15	16:18:59	48,73	29,48	36,30
PRIO	6	OHP-00003	17:14:56	17:38:58	24,03	12,73	31,78
PRIO	7	OHP-00003	18:06:54	18:23:45	16,85	6,94	24,69

Da análise da tabela 11, conclui-se que no dia 20 de julho foram realizados 7 carregamentos de VE, sendo possível observar a hora de início, a hora de fim, a duração e a energia consumida durante o carregamento.

De modo a ter-se uma perceção gráfica do consumo de energia dos carregamentos, os dados apresentados na tabela 11 foram representados graficamente através da figura 28:

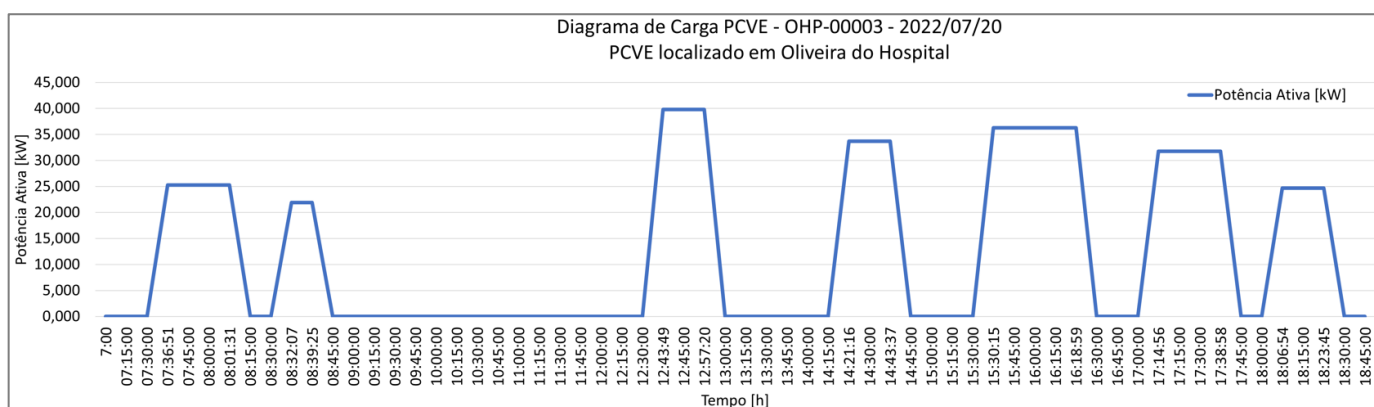


Figura 28 – Diagrama de carga do posto de carregamento 2.

Na figura 28 é assim apresentado o período do diagrama de carga do posto de carregamento 2 onde foram registados os carregamentos, a cor azul, a potência média (em kW – eixo vertical) durante os seis períodos de carregamento (em horas – eixo horizontal) registados para aquele dia. Contrariamente ao posto de carregamento 1, os carregamentos registados neste posto foram no praticamente todos no período da tarde.

O posto de carregamento apresentado irá definir o **cenário 2** de carregamento.

4.1.3. Posto de carregamento 3

Este posto de carregamento está localizado na Rua Hermínio da Palma Inácio, Lisboa e o mesmo pode se identificado através do número LSB-01529. Este PCVE é do tipo rápido e é constituído pelos seguintes conectores:

- 1x 50 kW (Carregamento DC – CHAdeMO);
- 1x 50 kW (Carregamento DC – CCS).

Segundo os dados disponibilizados pela Prio, o dia de maior consumo de energia foi registo a dia 6 de julho, conforme pode ser observado na tabela 12:

Tabela 12 – Registos dos carregamentos efetuados no posto de carregamento 3 no dia 6 de julho de 2022.

Código do OPC	Carregamento	Código Posto	Hora de início	Hora do final	Duração (Min)	Energia (kWh)	Potência média (kW ou kVA)
PRI0	1	LSB-01529	0:00:27	0:21:09	20,70	13,22	38,32
PRI0	2	LSB-01529	9:04:52	9:32:13	27,35	17,71	38,85
PRI0	3	LSB-01529	10:38:12	11:04:42	26,50	17,29	39,15
PRI0	4	LSB-01529	13:47:36	14:30:06	42,50	25,77	36,40
PRI0	5	LSB-01529	14:33:17	16:41:29	128,20	73,98	34,62
PRI0	6	LSB-01529	18:09:22	18:56:34	47,20	28,93	36,78
PRI0	7	LSB-01529	18:57:50	19:55:37	57,78	25,38	26,36
PRI0	8	LSB-01529	19:58:14	20:51:30	53,27	25,61	28,85

Da análise da tabela 12, conclui-se que no dia 6 de julho foram realizados 8 carregamentos de VE, sendo possível observar a hora de início, a hora de fim, a duração e a energia consumida durante o carregamento.

De modo a ter-se uma perceção gráfica do consumo de energia dos carregamentos, os dados apresentados na tabela 12 foram representados graficamente através da figura 29:

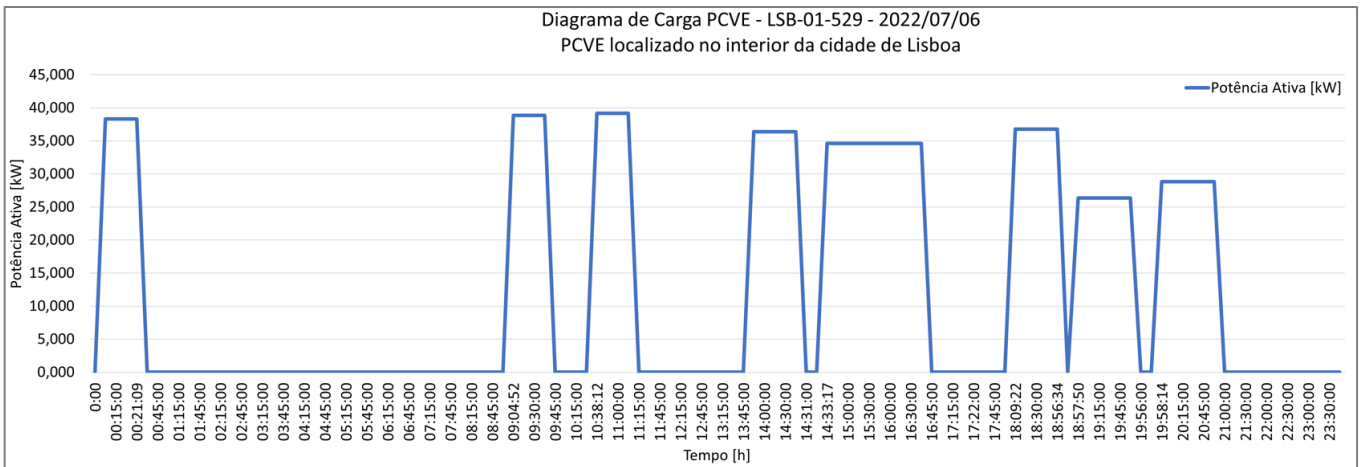


Figura 29 – Diagrama de carga do posto de carregamento 3.

Na figura 29 é assim apresentado o diagrama de carga do posto de carregamento 3, sendo representado, a cor azul, a potência média (em kW – eixo vertical) durante os seis períodos de carregamento (em horas – eixo horizontal) registados para aquele dia. Dos três equipamentos apresentados, este é que apresenta maior procura, provavelmente devido ao facto de estar localizado na cidade de Lisboa, onde a utilização e a procura por postos de carregamento é bastante superior.

O posto de carregamento apresentado irá definir o **cenário 3** de carregamento.

4.1.4. HUB de carregamento

Para a construção de um cenário de carregamento de um HUB, foi tido em conta que o mesmo seria constituído por 4 carregadores rápidos com potência de 50 kW cada. Para isso foram utilizados 4 registos do posto de carregamento n.º 2 apresentado anteriormente. Foram escolhidos 4 dias distintos, do mês de julho de 2022, possibilitando a criação de um cenário de carregamento com 4 postos em simultâneo. Na tabela 13 estão representados os dados utilizados na construção do diagrama de carga:

Tabela 13 – Quatro registros do PCVE n.º 2, utilizados para a construção do cenário HUB.

Carregador	Carregamento	Hora de início	Hora do final	Duração (Min)	Energia (kWh)	Potência (kW ou kVA)
PCVE n.º 1	1	07:36:51	08:01:31	24,67	10,40	25,29
	2	08:32:07	08:39:25	7,30	2,67	21,93
	3	12:43:49	12:57:20	13,52	8,97	39,83
	4	14:21:16	14:43:37	22,35	12,55	33,69
	5	15:30:15	16:18:59	48,73	29,48	36,30
	6	17:14:56	17:38:58	24,03	12,73	31,78
	7	18:06:54	18:23:45	16,85	6,94	24,69
	8 (Forçado)	20:00:00	20:45:00	45,00	27,22	36,29
PCVE n.º 2	1	07:41:30	08:11:27	29,95	7,62	15,27
	2	12:25:25	13:21:02	55,62	25,22	27,21
	3	16:21:43	17:07:10	45,45	27,76	36,65
	4	17:31:52	18:52:43	80,85	46,51	34,52
	5	18:58:30	20:00:22	61,87	31,21	30,27
	6 (Forçado)	20:10:00	20:55:00	45,00	27,22	36,29
PCVE n.º 3	1	07:46:01	08:21:47	35,77	25,30	42,43
	2	11:40:51	12:04:24	23,55	12,26	31,25
	3	13:19:07	14:29:24	70,28	45,21	38,60
	4	15:32:38	16:10:39	38,02	15,97	25,21
	5	19:57:21	22:08:57	131,6	41,38	18,87
	6	22:37:45	22:46:43	8,97	6,22	41,62
PCVE n.º 4	1	07:36:51	08:01:31	24,67	10,40	25,29
	2	08:32:07	08:39:25	7,3	2,67	21,93
	3	12:43:49	12:57:20	13,52	8,97	39,83
	4	14:21:16	14:43:37	22,35	12,55	33,69
	5	15:30:15	16:18:59	48,73	29,48	36,30
	6	17:14:56	17:38:58	24,03	12,73	31,78
	7	18:06:54	18:23:45	16,85	6,94	24,69
	8 (Forçado)	20:00:00	20:45:00	45,00	27,22	36,29

Note-se que os dados utilizados no PCVE n.º 1 e n.º 4 são os mesmos. Para além dos dados reais utilizados, foram acrescentados ao PCVE n.º 1, 2 e 4 um carregamento no período noturno. Esta escolha teve como principal objetivo a criação de um cenário de simulação de funcionamento simultâneo de todos os carregadores que constituem o HUB, de modo a criar um cenário mais desfavorável em termos de potência solicitada à rede.

De modo a ter-se uma perceção gráfica do consumo de energia dos carregamentos simultâneos, os dados apresentados na tabela 13 foram representados graficamente através da figura 30:

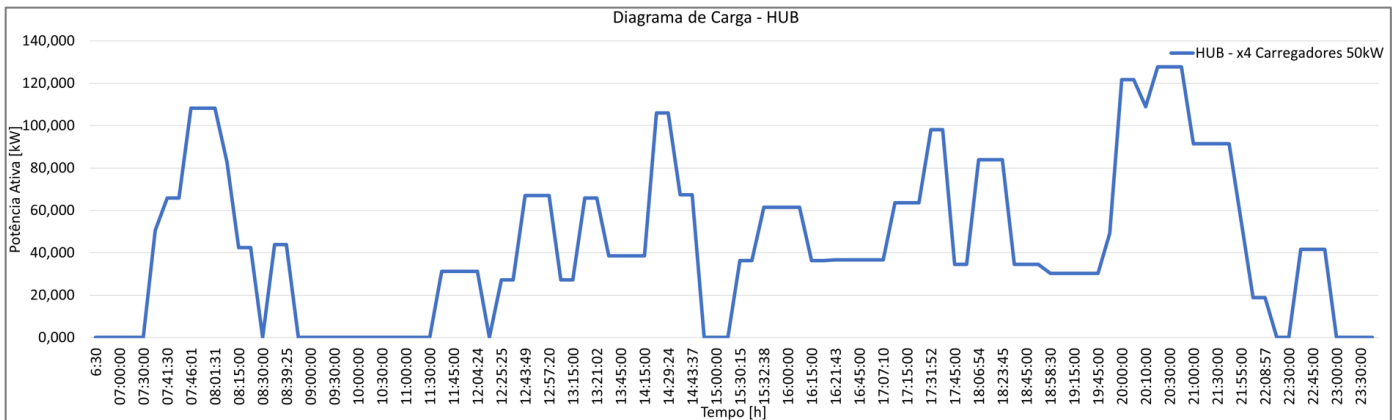


Figura 30 – Diagrama de carga da uma estação HUB constituída por 4 PCVE rápidos de 50kW.

Da análise da figura 30 e da tabela 13, é possível observar que no início do período da manhã e no início do período da tarde, prevê-se dois momentos onde serão realizados quatro carregamentos em simultâneo, atingindo valores de potência ativa média consumida superiores a 100 kVA.

Ainda na figura 30, entre as 19:45:00 e as 22:00:00 existe um pico de potência devido ao funcionamento simultâneo dos quatro carregadores. Este pico de potência, conforme indicado anteriormente, foi criado propositadamente através dos dados reais dos pontos de carregamento. Dada a caracterização da zona alvo de estudo, existe a probabilidade deste cenário de carregamento tornar-se um acontecimento real.

4.2. Impacto nos diagramas de carga dos postos de transformação

Conforme visto em pontos anteriores, foram definidos três localizações para a instalação de postos de carregamento rápidos na vila de Sesimbra. Em função destas localizações, foram identificados no total cinco PTD para o abastecimento elétrico desses postos de carregamento.

No presente ponto serão apresentados os diagramas de carga atuais dos PTD identificados e representados no Apêndice II, com o incremento da potência associada

aos cenários de carregamento expostos anteriormente. Neste sentido, será apresentado apenas um exemplo desta análise para um dos PTD sendo que os restantes serão demonstrados no Apêndice III.

4.2.1. Sobreposição dos diagramas de carga

Os diagramas de carga de seguida apresentados dizem respeito ao PTD n.º 1 com o código de identificação n.º 1511D2005300. Este PTD está próximo do local de instalação do PCVE n.º 1, conforme pode ser observado no Apêndice I.

Conforme já analisado, para a localização do PCVE n.º 1 está definido ser instalado um carregador rápido ou uma estação de carregamento. Neste sentido os diagramas de carga atuais do PTD serão afetados tendo em conta estes pressupostos.

De seguida serão apresentados os diagramas de carga, separados pelos diferentes cenários de carregamento e pelos dias de maior consumo registado no respetivo PTD nas estações do inverno e verão, onde tipicamente se identifica as pontas do consumo durante um ano.

4.2.1.1. Cenário 1 de carregamento

a) Inverno

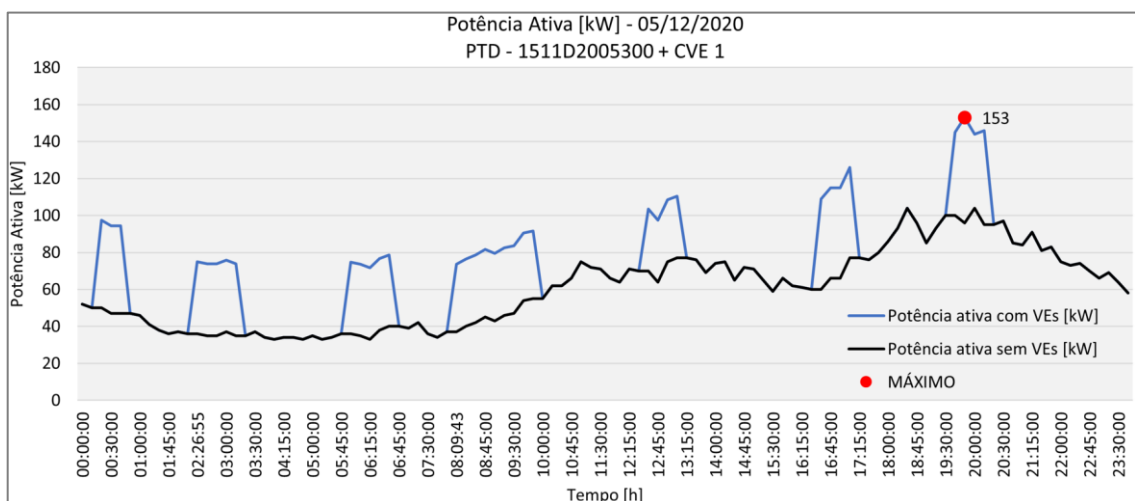


Figura 31 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, inverno, cenário 1 de carregamento.

b) Verão

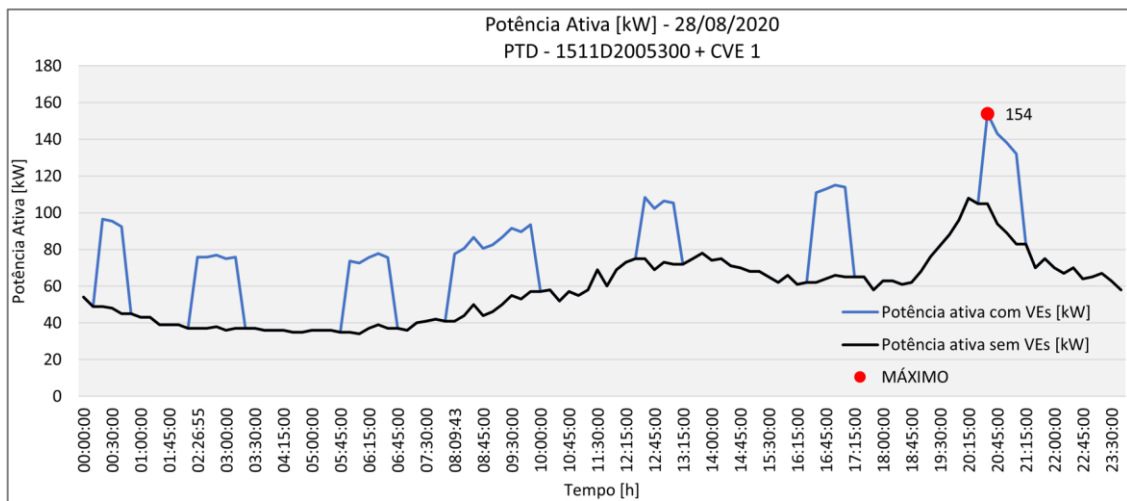


Figura 32 –Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, verão, cenário 1 de carregamento.

Na figura 31 e 32 estão representados os diagramas de carga do PTD extrapolados pelos cenários de carregamento n.º 1. Da análise efetuada aos diagramas é possível identificar o valor máximo dos novos picos de consumo, estes acontecem no período noturno.

O PTD tem uma potência nominal de 400 kVA e se aplicarmos maior expressão ao gráfico na zona de maior consumo, é possível chegar ao resultado da figura 33:

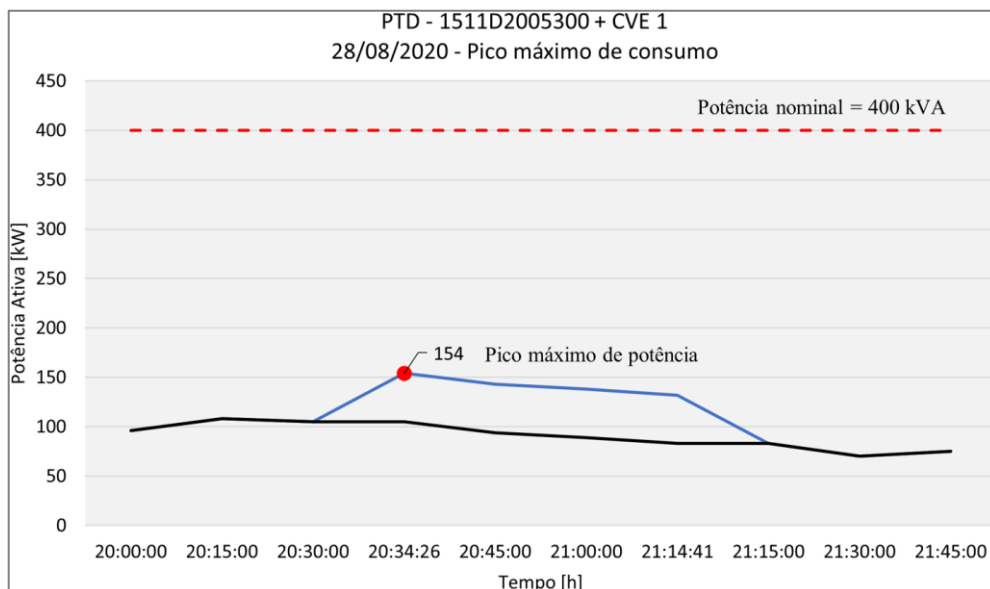


Figura 33 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2005300, agosto, cenário 1 de carregamento, pico máximo de potência.

Na figura 33 está representado o pico máximo de potência registada no diagrama de carga da figura 32, sendo também possível identificar a linha da potência nominal do PTD (cor vermelho).

Da análise efetuada ao diagrama de carga, é possível perceber que o pico máximo de potência não atinge os 50% do valor da potência nominal do PTD, pelo que, poderá assumir-se que o posto de transformação permite alimentar eletricamente um posto de carregamento rápido de 50 kW.

De notar que o diagrama de carga das figuras 31 e 32, foi construído tendo em conta dados reais de um posto de carregamento localizado numa autoestrada (cenário 1 de carregamento), tornando os resultados da simulação mais penalizantes para o posto de transformação em estudo.

4.2.1.2. Cenário 2 de carregamento

a) Inverno

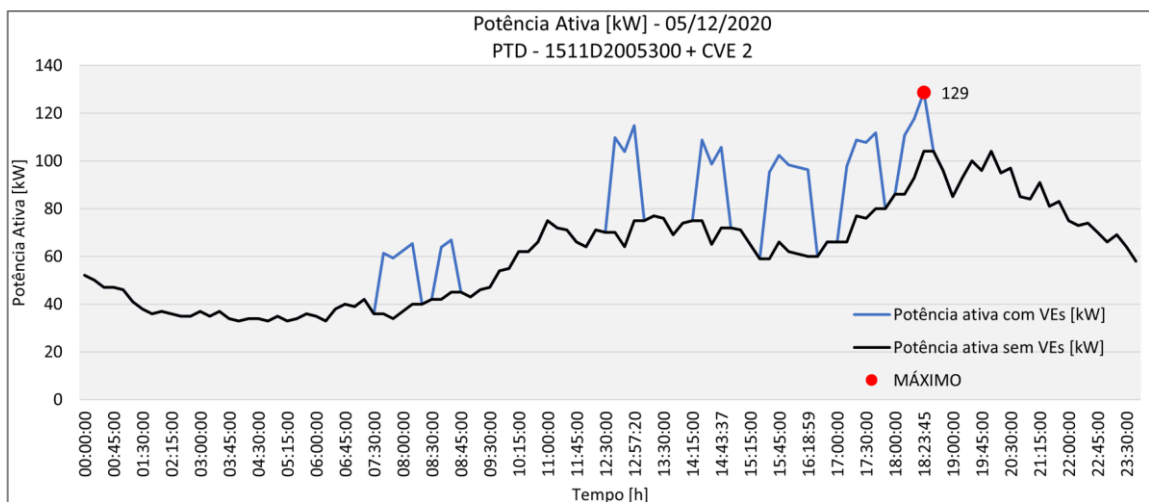


Figura 34 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 2 de carregamento.

b) Verão

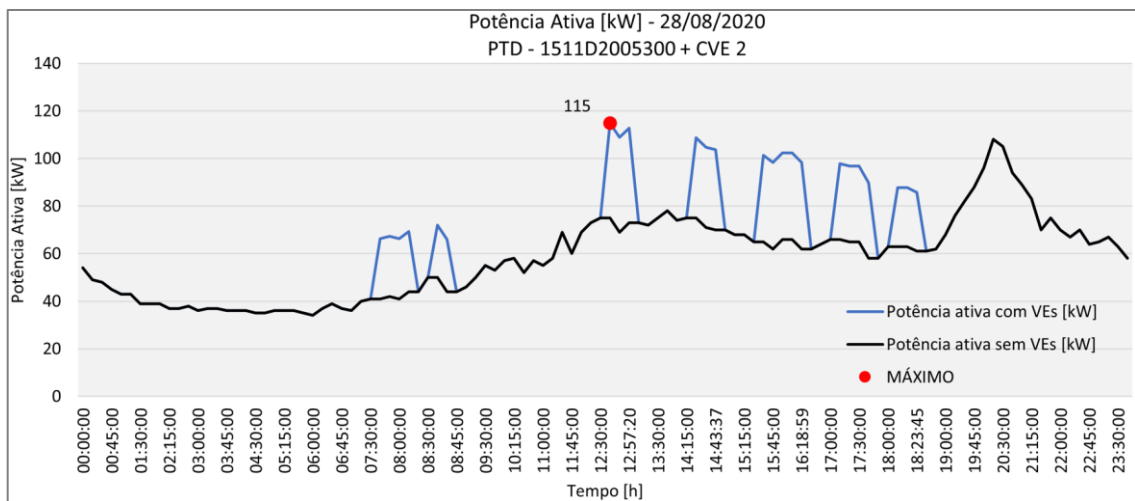


Figura 35 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 2 de carregamento.

Na figura 34 e 35 estão representados os diagramas de carga do PTD extrapolados pelos cenários de carregamento n.º 2. Da análise efetuada aos diagramas é possível identificar o valor máximo dos novos picos de consumo, que acontecem a meio do dia, no caso da estação o verão, e no início da noite no caso do inverno.

O PTD tem uma potência nominal de 400 kVA e se aplicarmos maior expressão ao gráfico na zona de maior consumo, é possível chegar ao resultado da figura 36:

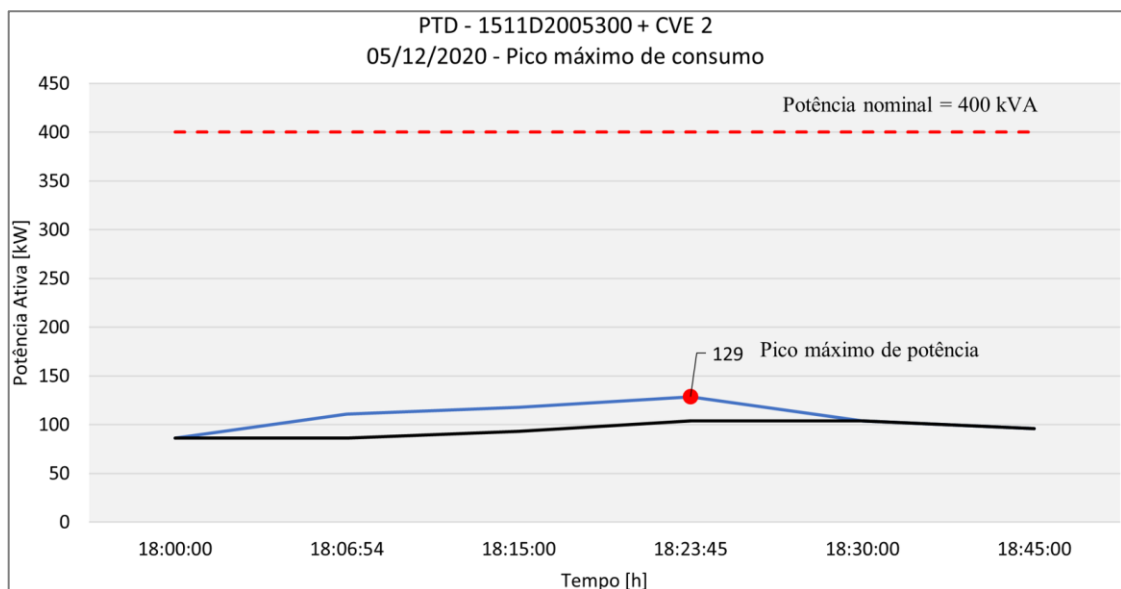


Figura 36 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 2 de carregamento, pico máximo de potência.

Na figura 36 está representado o pico máximo de potência registada no diagrama de carga da figura 34, sendo também possível identificar a linha da potência nominal do PTD (cor vermelho). Da análise efetuada ao diagrama de carga, é possível perceber que o pico máximo de potência não atinge os 50% do valor da potência nominal do PTD.

Na figura 35 o pico de potência foi registado entre as 12:30:00 e as 13:30:00, no entanto, se observarmos o diagrama de carga do posto de transformação (linha preta) concluimos que o período mais desvantajoso para o PTD foi registado perto das 20:30:00, onde a potência ativa atingiu superiores a 100 kVA. Se este pico de potência coincidissem com um dos carregamentos agravaria ainda mais o valor de potência solicitada à rede nesse período. De qualquer das formas o PTD tinha reserva de potência.

4.2.1.3. Cenário 3 de carregamento

a) Inverno

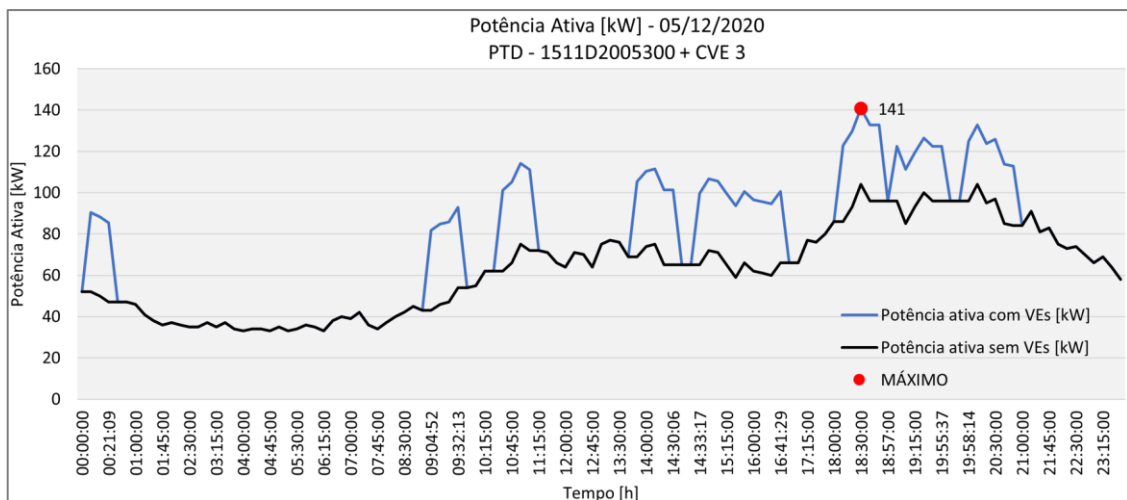


Figura 37 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 3 de carregamento.

b) Verão

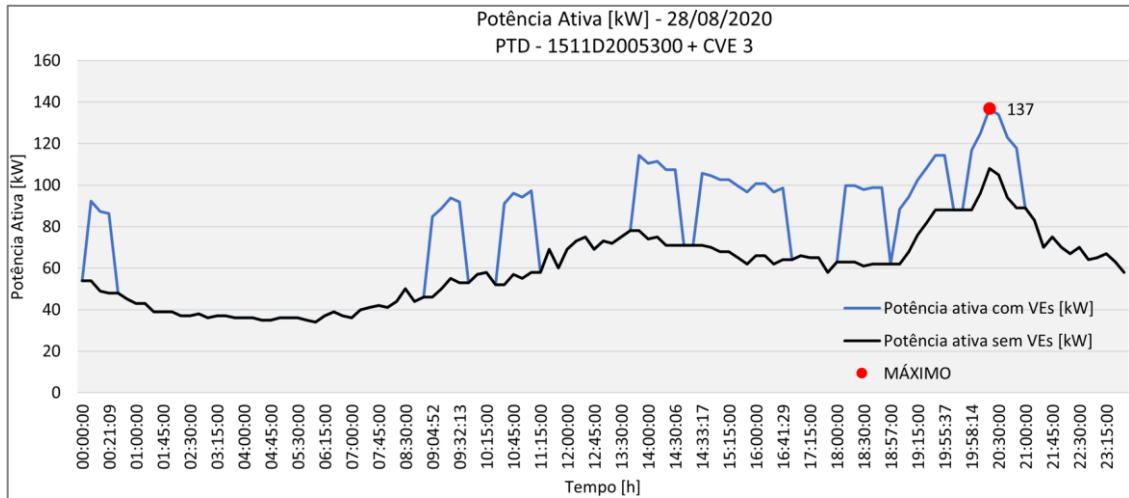


Figura 38 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 3 de carregamento.

Na figura 37 e 38 estão representados os diagramas de carga do PTD extrapolados pelos cenários de carregamento n.º 3. Da análise efetuada aos diagramas é possível identificar os valores máximos dos novos picos de consumo, estes acontecem durante o pico de potência do período noturno.

O PTD tem uma potência nominal de 400 kVA e se aplicarmos maior expressão ao gráfico na zona de maior consumo, é possível chegar ao resultado da figura 39:

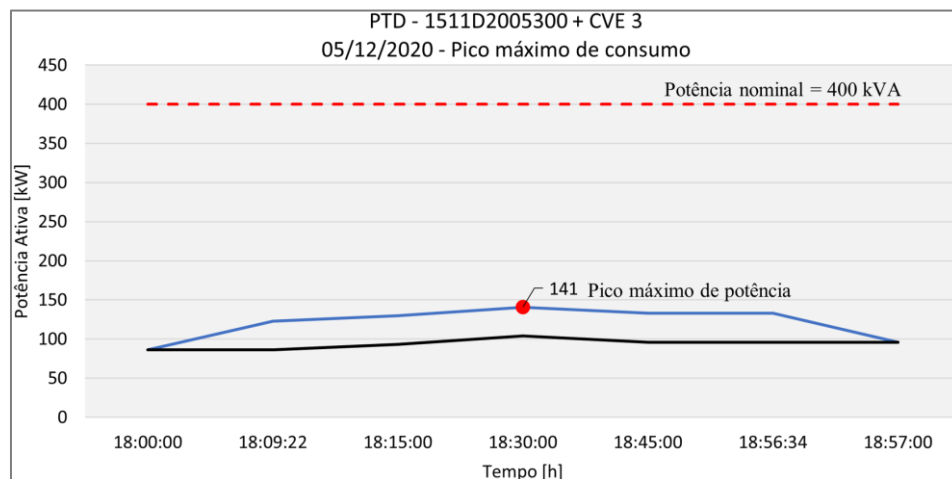


Figura 39 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 3 de carregamento, pico máximo de potência.

Na figura 39 está representado o pico máximo de potência registada no diagrama de carga da figura 37, sendo também possível identificar a linha da potência nominal do PTD (cor vermelho). Da análise efetuada ao diagrama de carga, é possível perceber que o pico máximo de potência não atinge os 50% do valor da potência nominal do PTD.

Conforme se pode observar nos diagramas de carga apresentados nas figuras 37 e 38, os picos de potência foram ambos registados no período noturno, contrariamente ao cenário 2 de carregamento (diagrama de carga – verão). Ao estudar o mesmo diagrama de carga através de vários cenários distintos permite realizar uma análise prevendo todas as hipóteses de carregamento, garantindo assim que os resultados sejam mais autênticos.

4.2.1.4. Cenário 4 de carregamento

a) Inverno

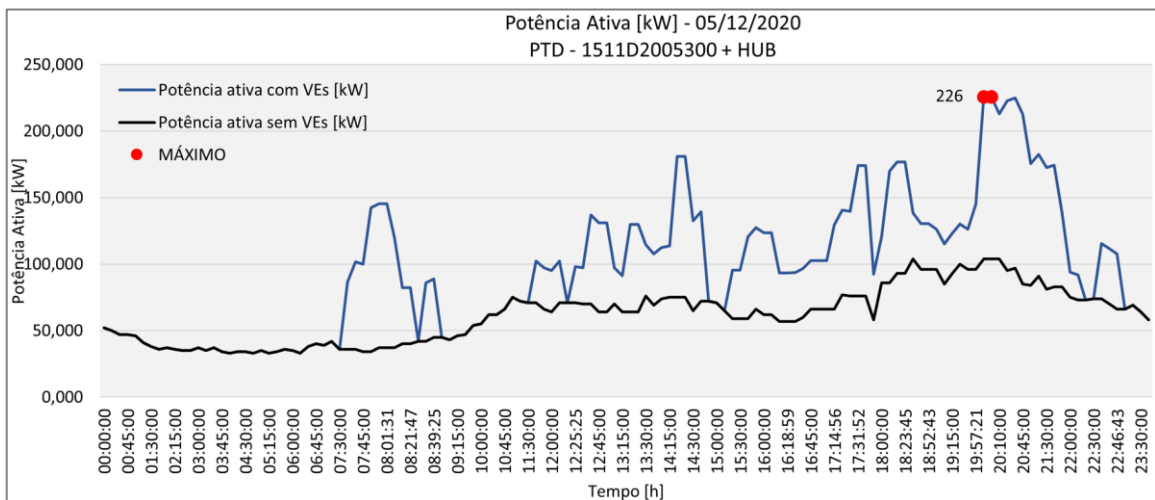


Figura 40 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, inverno, cenário 4 de carregamento.

b) Verão

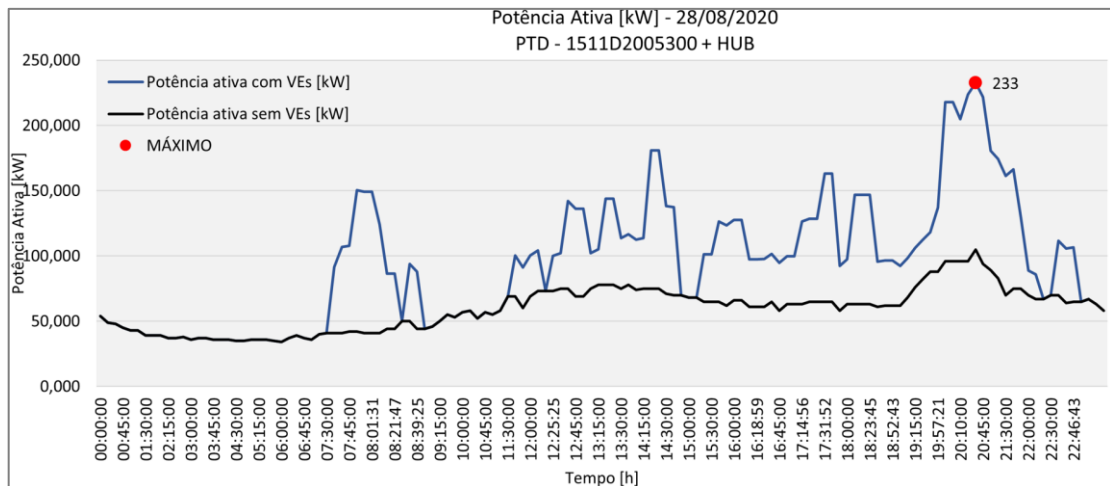


Figura 41 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, verão, cenário 4 de carregamento.

Na figura 40 e 41 estão representados os diagramas de carga do PTD extrapolados pelos cenários de carregamento n.º 4. Da análise efetuada aos diagramas é possível identificar o valor máximo do novo pico de consumo, este acontece durante o pico de potência do período noturno, atingido valores muito superiores aos anteriormente analisados.

O PTD tem uma potência nominal de 400 kVA e se aplicarmos maior expressão ao gráfico na zona de maior consumo, é possível chegar ao resultado da figura 42:

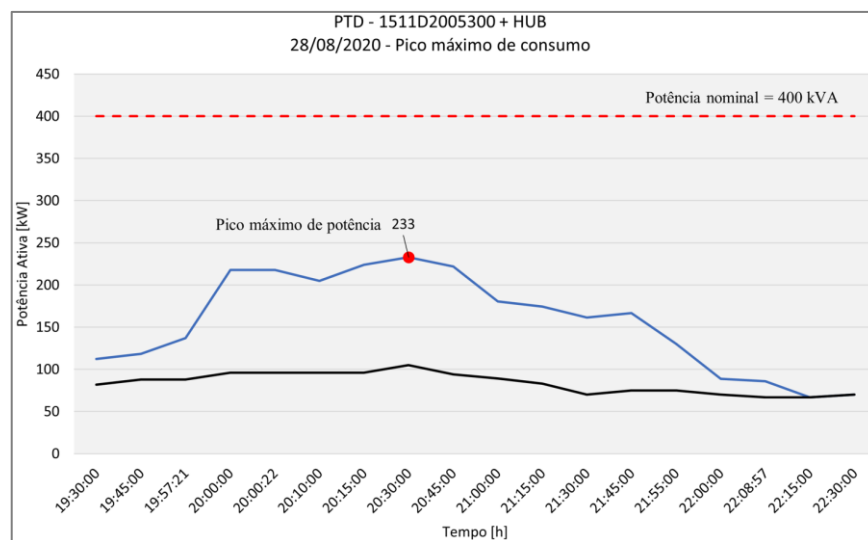


Figura 42 – Diagrama de Carga, PTD - 1511D2005300, agosto, cenário 4 de carregamento, pico máximo de potência.

Na figura 42 está representado o pico máximo de potência registada no diagrama de carga da figura 41. Da análise efetuada ao diagrama de carga, é possível perceber que o pico máximo de potência ultrapassa os 50% do valor da potência nominal do PTD.

Este novo pico de consumo coincide com o pico de potência no período noturno do diagrama de carga do PTD e com o carregamento simultâneo de todos os carregadores que constituem a estação de carregamento.

Conforme indicado anteriormente, o cenário 4 de carregamento foi criado para permitir uma análise mais desfavorável na potência solicitada ao posto de transformação. Este cenário foi criado com o objetivo de existir um período de carregamento simultâneo, dos quatro carregadores de 50 kW que constituem o HUB, que coincidissem com o pico de potência registado no diagrama de carga do PTD.

Posto isto, esta simulação onerou o valor da potência ativa solicitada à rede naquele período, atingido assim um valor final superior a 50% da potência nominal do posto de transformação. De qualquer das formas, mesmo com este cenário de carregamento, o posto de transformação apresenta disponibilidade de potência.

4.3. Estudo Técnico Económico

No presente ponto pretende-se apresentar uma análise técnica e económica sobre a instalação dos pontos de carregamento rápidos na vila de Sesimbra, analisados anteriormente. Para isso serão apresentadas estimativas de custos, construídas através de especificações de materiais e dos serviços a serem realizados nas instalações dos equipamentos referidos.

O principal objetivo será apresentar à CMS um plano da ordem de grandeza dos custos associados à instalação destes equipamentos.

Para a elaboração destas estimativas será tido em conta os seguintes itens: Equipamento (ou hardware); Ligação à rede elétrica de distribuição; Instalação elétrica, telecomunicações e civil; Sinalética.

- **Equipamento (ou hardware)**

Este ponto contempla todos os equipamentos físicos, como por exemplo, os postos de carregamento, os equipamentos de comunicação, os equipamentos de gestão e contagem de energia, quadros elétricos, entre outros.

No que diz respeito aos postos de carregamento, foram tidos em conta equipamentos com potências não inferiores a 50 kW, cumprindo com o definido no plano para a ME para o território da Arrábida [16]. Serão apresentados custos de referência para estes equipamentos, tendo sido os mesmos facultados pelos seus fabricantes.

- **Ligação à rede elétrica de distribuição**

Antes de se iniciar os trabalhos de instalação de um posto de carregamento, deve ser realizado previamente um Pedido de Condições de Ligação à Rede (PCLR) ao operador das redes de distribuição, por norma a cargo do Projetista, com o objetivo de garantir que existe potência elétrica disponível no local da instalação do posto de carregamento. O operador da rede deverá emitir um parecer onde seja indicado a viabilidade para a alimentação elétrica do equipamento e quais as condições para se realizar a mesma.

Após estar definido as condições de alimentação, o operador do posto de carregamento, deverá dar início à construção do ponto de entrega de energia e à instalação do posto de carregamento. Paralelamente deverá ser realizado o Pedido de Ligação à Rede (PLR), onde será indicado pelo operador das redes de distribuição como será executado o ramal ou a ligação da rede de distribuição ao local definido para o ponto de entrega.

Após toda a instalação estar devidamente terminada e certificada pelas entidades competentes, o ramal poderá ser finalizado. Para além do processo de ligação à rede elétrica de distribuição, todos os postos de carregamento instalados em via pública deverão ser devidamente integrados no regime da ME.

Neste ponto é pretendido quantificar todos estes trabalhos e processos.

- **Instalação elétrica, telecomunicações e civil**

Durante a instalação do posto de carregamento são necessários trabalhos e materiais muito específicos, como é o caso dos cabos de alimentação elétrica, quadros elétricos, equipamentos de gestão e contagem de energia, eletrodos e condutores de terra, entre outros.

Com o intuito de aperfeiçoar as estimativas orçamentais, foram efetuados os dimensionamentos dos cabos elétricos que devem ser utilizados na instalação dos postos de carregamento. Estes dimensionamentos foram realizados com base na legislação em vigor, com a localização definida para os equipamentos e com a localização definida para as suas alimentações elétricas.

Para além dos equipamentos elétricos e de telecomunicações, é necessário ter-se em conta os trabalhos de construção civil muitas vezes associados com a preparação do local para a instalação do equipamento, demolições, criação de maciço para suporte do equipamento, remoção de infraestruturas existentes nesses locais e abertura de valas para a instalação das cablagens elétricas.

- **Sinalética**

Neste ponto pretende-se quantificar todos os trabalhos relacionados com a sinalização do lugar de estacionamento dedicado ao carregamento de VE, bem como toda a sinalética inerente a uma instalação deste género.

4.3.1. Análise Técnica

Para a análise técnica da instalação de um ponto de carregamento, será assumido que existe viabilidade para a alimentação elétrica, isto é, existe potência disponível no PTD identificado para a alimentação elétrica deste equipamento.

Será apresentado como exemplo a instalação do PCVE_R_2. Será igualmente assumido que o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), do posto de transformação mais próximo (PTD n.º 1511D2030500), apresenta saídas de reserva para alimentação elétrica do respetivo equipamento.

A instalação em análise é do tipo C segundo a legislação em vigor (DL 96/2017) [48] que estabelece o regime das instalações elétricas particulares, ou seja, é uma instalação que é alimentada pela rede elétrica de serviço público em baixa tensão.

Na realização da análise técnica foram seguidas as indicações e normas da legislação em vigor, nomeadamente as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) [49] e o Guia Técnico das instalações elétricas para alimentação de VE – CTE64 [34], publicada pela DGEG.

Os postos de carregamento estudados no presente documento, serão localizados em zonas de acesso público que, segundo o Guia Técnico [34], a instalação é classificada conforme a seguinte imagem:

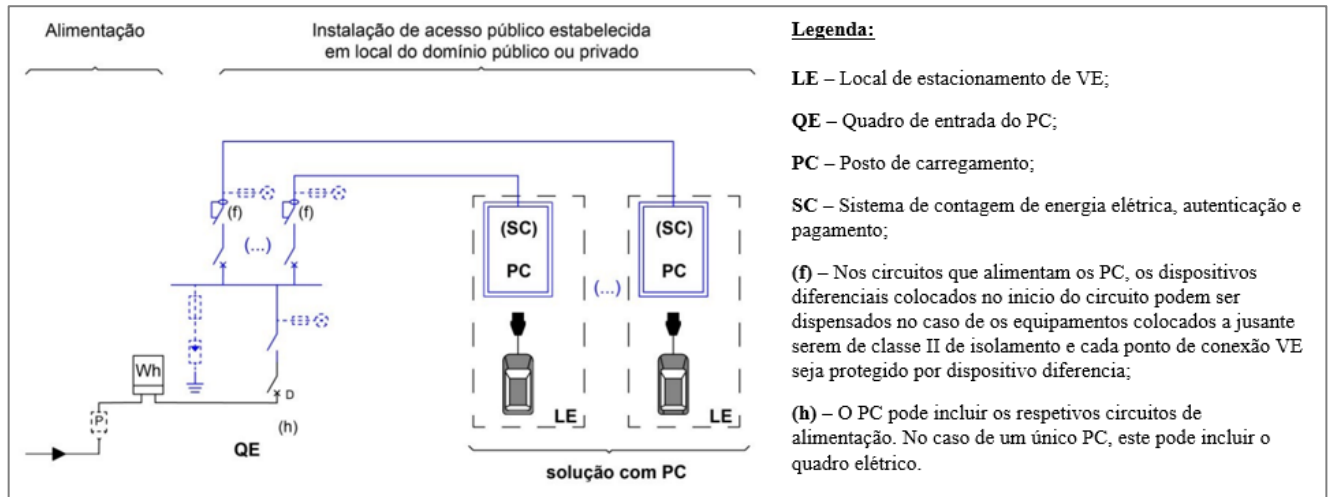


Figura 43 – Exemplo de instalações de acesso público estabelecidas em locais de domínio público ou privado, utilizando PC integrado na ME, figura 6 do documento [34].

Na figura 43 está demonstrado um exemplo da instalação de um posto de carregamento de acesso público estabelecido em locais de domínio público ou privado. Conforme se pode observar na figura 43, para instalações deste tipo, a alimentação elétrica é realizada a partir da rede de distribuição em baixa tensão.

Apesar da instalação do posto de carregamento ter início no ponto de entrega de energia, a análise técnica foi realizada para a totalidade das infraestruturas de BT necessárias na alimentação aos postos de carregamento. Isto é, os dimensionamentos foram realizadas a partir dos postos de transformação até aos postos de carregamento, conforme se pode observar no esquema unifilar presente na seguinte figura:

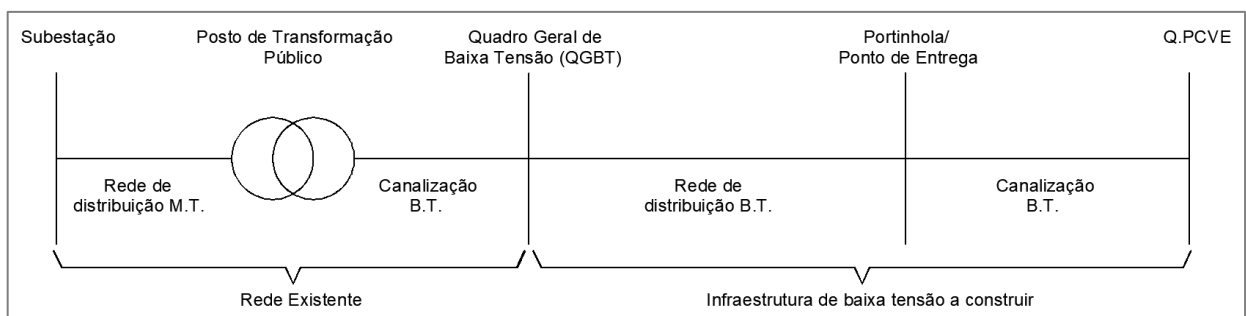


Figura 44 – Esquema unifilar da ligação elétrica do PCVE.

Na figura 44 pode observar-se que a instalação do OPC tem início no ponto de entrega (portinhola) e termina no posto de carregamento, enquanto a instalação a montante é suportada pelo ORD. Cabe ao OPC definir toda a instalação a jusante do ponto de entrega, incluindo os dimensionamentos dos cabos elétricos e das proteções.

A opção considerada para os dimensionamentos das canalizações de baixa tensão a construir, conforme indicado na figura 44, foi tomada com o objetivo de tornar a análise económica mais global do posto de vista do investimento.

No Apêndice IV são apresentados, de forma resumida, os principais pontos a ter em consideração na definição das canalizações elétricas de baixa tensão. De seguida é apresentada uma tabela com o resumo dos dimensionamentos realizados para os cabos de baixa tensão de alimentação do PCVE_R_2:

Tabela 14 – Dimensionamentos dos cabos de baixa tensão para o PCVE_2_R.

PCVE_R_2 (Opção 1 - PTD 1511D2030500)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	30	55	79,4	100	Fúsel	Vala	LSVAV 4x95	0,38
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúsel	Tube	XV-R4x16	0,80

PCVE_R_2 (Opção 2 - PTD 1511D2006500)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	80	55	79,4	100	Fúsel	Vala	LSVAV 4x95	1,01
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúsel	Tube	XV-R4x16	1,43

Na tabela 14 são apresentados os resultados dos dimensionamentos de baixa tensão realizados para as duas alternativas da alimentação elétrica do PCVE_R_2. Na tabela poderão ser identificados os principais dados para a realização dos cálculos demonstrados no Apêndice IV, tais como:

- Comprimento do circuito elétrico, que neste caso foi medido desde o local da instalação do PCVE até aos respetivos postos de transformação;
- Potência elétrica do PCVE;
- Corrente de serviço do PCVE (I_B);
- Corrente nominal da proteção (I_N) e o tipo de proteção do circuito elétrico, que neste caso é através de fusível;
- O tipo de instalação da canalização de baixa tensão, neste caso será enterrado

diretamente no solo em vala;

- O tipo de cabo elétrico a ser utilizado;
- O valor final da queda de tensão do circuito.

No exemplo apresentado na tabela 14, ambas as opções de alimentação são tecnicamente viáveis, sendo que o valor de queda de tensão admissível é inferior a 5% conforme recomendado no Guia Técnico [34].

Através desta análise técnica realizada às instalações, será possível quantificar o tipo de cabo elétrico utilizado na instalação e os trabalhos associados à instalação do mesmo, principalmente os trabalhos associados com a abertura da vala no solo.

4.3.2. Análise Económica

O presente trabalho teve por base o Plano para a Mobilidade da Arrábida [16], onde são definidas as metas de investimento para a rede de postos de carregamento dos três municípios que constituem o território da Arrábida: Setúbal, Palmela e Sesimbra.

Em relação ao município de Sesimbra, mais concretamente em relação à freguesia de Santiago, é definido no Plano [16] que até ao ano de 2030 serão instalados na vila de Sesimbra três postos de carregamento rápidos, que correspondem aos postos de carregamento estudados no presente trabalho.

No Plano [16] é definido que o investimento na instalação de postos de carregamento rápidos, para o Concelho de Sesimbra, é no total de 270.000.00 €, tendo em conta a seguinte tabela:

Tabela 15 – Custo de instalação dos postos de carregamento rápidos para o curto, médio e longo prazo [16].

Concelho e Freguesia	Postos Rápidos (> 22 kW)				
	Anos	2019-2022	2022-2025	2025-2030	TOTAL
Palmela		30 000	60 000	150 000	240 000
Sesimbra		60 000	90 000	120 000	270 000
Setúbal		120 000	210 000	300 000	630 000
TOTAL		210 000	360 000	570 000	1 140 000

Segundo a fonte [16], o valor aproximado do investimento apresentado na tabela 15 foi determinado assumindo que o custo dos postos de carregamento rápidos se manterão

constantes e na ordem dos 30.000.00 €. Para além disso, na construção destes valores foram tidos em conta os itens já referidos no início do ponto 4.4.

De realçar que o valor de investimento previsto para Sesimbra e apresentado na tabela 15, diz respeito a todo o Concelho, ou seja, só uma parcela desse investimento será utilizada na instalação dos postos de carregamento na vila de Sesimbra.

Desta forma, no presente estudo foram realizadas várias estimativas orçamentais para determinar o valor aproximado de investimento para as instalações dos pontos de carregamento rápidos definidos para a vila de Sesimbra. Estas estimativas têm como principal objetivo permitir a realização de uma análise sobre o custo associado à instalação dos postos de carregamento.

Na seguinte tabela estão apresentados os postos de carregamento rápidos definidos para a vila de Sesimbra e o custo total obtido nas estimativas orçamentais para cada uma das instalações:

Tabela 16 – Postos de carregamento rápidos para Sesimbra e custos associados.

PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra							Custo total [€]
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]	
PCVE_R_1	38.44349	-9.09707	Novo Centro de Saúde de Sesimbra	Sesimbra	Santiago	> 50 kW	41 714,23 € -
PCVE_R_2	38.44225	-9.09602	Marginal Nascente	Sesimbra	Santiago	> 50 kW	38 024,68 € Opção 1
							40 074,43 € Opção 2
PCVE_R_3	38.44337	-9.10716	Marginal Poente	Sesimbra	Santiago	> 50 kW	57 002,33 € Opção 1
							53 899,58 € Opção 2

Na tabela 16, para o posto de carregamento n.º 2 e 3, são apresentados dois custos associados a duas opções. Estas opções estão relacionadas com o facto de existir dois postos de transformação perto da localização dos respetivos postos de carregamento, ou seja, foram construídas duas estimativas orçamentais para cada uma das opções de alimentação do posto de carregamento.

Ainda da análise da tabela anterior, podemos concluir que o maior investimento está associado ao posto de carregamento n.º 3, devendo-se ao facto de este estar muito distante dos possíveis pontos da sua alimentação elétrica (postos de transformação) e, por esta razão, o custo associado às infraestruturas elétricas de baixa tensão é superior em comparação com os restantes postos de carregamento.

Segundo os valores dos custos totais obtidos, e apresentados na tabela 16, para a instalação dos postos de carregamento, e assumindo os custos das opções 1, conclui-se

que só para os postos de carregamento rápidos na vila de Sesimbra será necessário um investimento total de aproximadamente 137.000,00 € que, segundo a tabela 15, é superior ao valor de investimento previsto para todo o Concelho de Sesimbra. De referir que na elaboração das estimativas, os custos associados aos postos de carregamento foram obtidos através de fabricantes deste tipo de equipamentos.

No Apêndice V são apresentadas de forma detalhada as estimativas orçamentais realizadas para cada um dos postos de carregamento.

Contudo, segundo o Plano [16], deverão ser adotados modelos de exploração para sustentarem os investimentos indicados anteriormente. O modelo mais exequível em Portugal, de acordo com enquadramento legal existente, assenta na disponibilização, por parte dos municípios, de espaços em local público de acesso público no domínio público para a instalação de postos de carregamento. O processo inicia-se através de um concurso (com ou sem contrapartidas financeiras por parte dos concessionários), com acesso aberto a todas as partes interessadas na instalação ou na exploração do posto de carregamento. O concurso permite selecionar os OPC que, posteriormente, irão concretizar os investimentos na instalação dos postos de carregamento, devendo os mesmos operá-los por um período fixo e de longo prazo.

Neste sentido, as Câmaras Municipais emitem licenças de ocupação e utilização do domínio municipal, cuja emissão está sujeita ao pagamento de taxas de emissão do título e da sua manutenção anual. Sendo esta uma receita para os Municípios que assegura a sustentabilidade da gestão da rede de infraestruturas municipais. Estima-se para o município de Sesimbra que o valor das receitas com emissões e manutenção de licenças de postos de carregamento em utilização do domínio municipal seja de aproximadamente 35.000.00 € em 2030 [16].

4.4. Gestão de energia em zonas de carregamento privadas

Segundo a revisão da diretiva 2010/31/EU, relativa ao desempenho energético dos edifícios, e à diretiva 2012/27/EU, sobre a eficiência energética, aprovada pelo Parlamento Europeu, tem como objetivo aumentar a eficiência energética e as poupanças de energia. As novas regras requerem que os Estados-Membros estabeleçam estratégias nacionais de renovação a longo prazo e que obriguem à instalação de pontos de

carregamento de veículos elétricos nos edifícios, tendo em vista a promoção da mobilidade elétrica [50].

A 1 de julho de 2021, Portugal transpôs para a legislação nacional mais uma revisão a esta diretiva ao nível dos requisitos aplicáveis a todos os edifícios incluindo os construídos antes da entrada em vigor desta legislação. Em relação à matéria da ME, a nova legislação tem como objetivo apostar na conversão do parque automóvel para VE e para isso é necessário proporcionar conveniência e comodidade no carregamento deste tipo de veículo [51].

A nova legislação estabelece que todos os edifícios de habitação a construir têm de apresentar um projeto de especialidade, logo na fase de licenciamento, onde esteja prevista a infraestrutura de carregamento de VE para um número mínimo dos lugares de estacionamento existentes. Já os edifícios de comércio e serviços novos devem prever infraestrutura de carregamento de VE para pelo menos um em cada cinco lugares, além da instalação de pelo menos dois pontos de carregamento. Adicionalmente, os edifícios já edificados antes da entrada em vigor da legislação atual, passam a estar abrangidos por requisitos de ME [51].

A diretiva introduz também um “indicador de aptidão para tecnologias inteligentes”, destinado a avaliar a maturidade tecnológica do edifício e a capacidade de este adaptar o seu funcionamento às necessidades dos ocupantes, visto que o consumo de energia dos edifícios representa 40% do consumo total de energia na Europa e cerca de 30% em Portugal. É sobre este tema que surge a opção da aplicação de um sistema de gestão e monitorização de energia [50], [52].

A transição para a ME terá um impacto na procura de energia em edifícios residenciais e não residenciais, os proprietários e os gestores destes edifícios deverão abordar a gestão de cargas de forma mais inteligente de forma a acomodar estes aumentos de consumo.

Conforme anunciado em pontos anteriores do presente trabalho, com o objetivo de reduzir os picos de potência nos horários de maior procura de energia, poderá ser necessário estudar a hipótese de serem instalados sistemas inteligentes capazes de realizar a monitorização em tempo real da potência fornecida às cargas e de realizar a gestão do fluxo de energia em função das prioridades, previamente definidas, para cada tipo de carga.

4.4.1. Descrição e tipologia do sistema

Assumindo um cenário de um edifício de serviços, onde pelo menos um dos seus pisos é destinado ao estacionamento de viaturas, contemplando diversos pontos de carregamento para VE e dotado de um PTC alimentado em MT através da rede pública de energia, em períodos de maior necessidade energética onde se prevê a utilização de grandes cargas consumidoras tais como: climatização (aquecimento ou arrefecimento) e carregamento de veículos elétricos, o sistema de gestão deverá ser capaz de analisar a potência instalada e distribuí-la de forma inteligente pelas diversas cargas.

Um exemplo prático para este tipo de solução pode ser visualizado e entendido através da figura 45, numa instalação de diversos PCVE a serem utilizados em simultâneo por vários veículos com diferentes níveis de SOC:

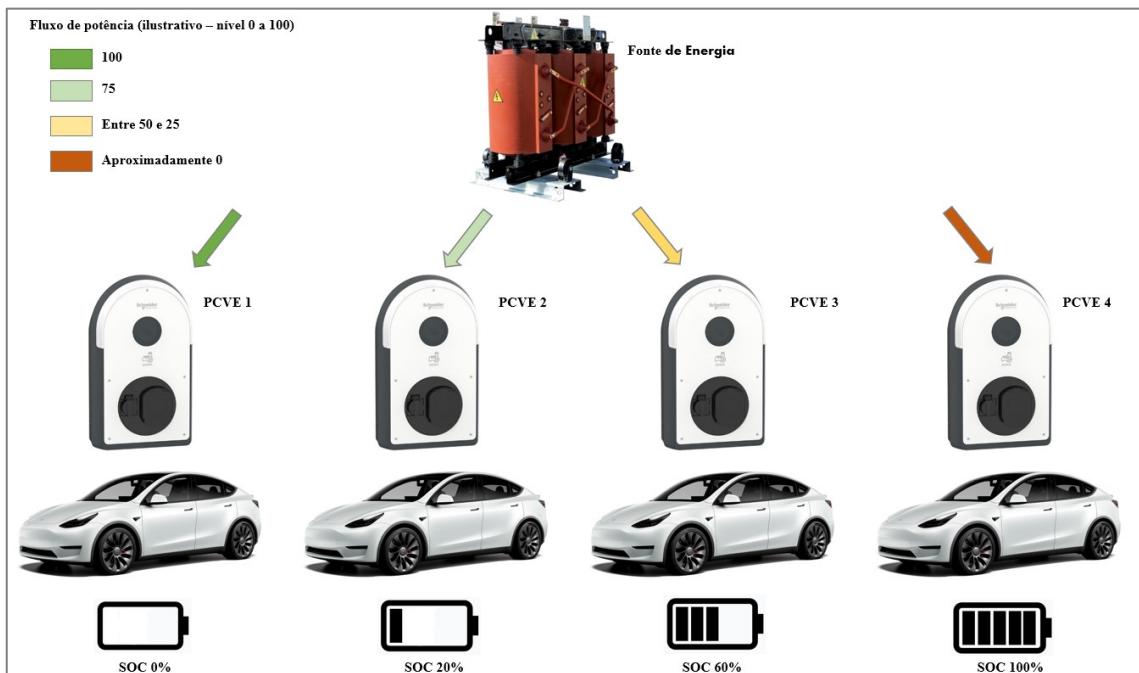


Figura 45 – Ilustração do sistema de gestão de carregamento em função do SOC das baterias dos VE.

Na figura anterior o sistema de gestão dá prioridade ao VE com menor nível SOC, aumentando assim a potência de carregamento desse veículo e diminuindo a potência de carregamento aos restantes.

O sistema de gestão, estudado pode ter duas estratégias de funcionamento:

- **Estratégia 1**, com base no valor da energia já consumida pelo veículo: o

sistema suspende a carga do VE que tenha registado maior quantidade de energia desde o início do carregamento, favorecendo assim os restantes VE;

- **Estratégia 2**, com base no tempo de ligação: o sistema suspende o carregamento dos VE com maior tempo de carregamento, favorecendo assim os últimos a chegar.

Estas são um exemplo de duas estratégias a aplicar, poderão ser consideradas outras onde, por exemplo, os VE/UVE possam ter diferentes prioridades.

Resumindo, o sistema proposto controla toda a infraestrutura de carregamento, permitindo limitar a potência instantânea solicitada por todos os VE gerindo a potência fornecida a cada um deles. Em tempo real é definido um *setpoint* de potência para cada estação de carregamento, para posteriormente ser transferido para o veículo. No caso de a procura de energia dos VE exceder esse *setpoint* máximo, o sistema aplicará uma redução na potência disponível para o carregamento dos VE de forma proporcional a todos eles (ou a uma parte deles).

4.4.2. Arquitetura do sistema

Com o objetivo de consolidar uma solução viável e possível de aplicar numa instalação real, foi estabelecido um contacto direto com um fabricante de equipamentos e instalações elétricas. Do contacto estabelecido foram definidos equipamentos ativos que constituem um sistema de gestão e monitorização de diversos PCVE e da respetiva fonte de energia.

O sistema é composto pelos seguintes equipamentos:

- Switich Ethernet (1)**: para realizar a integração de todos os equipamentos que disponibilizem comunicação via Ethernet, como por exemplo, as estações de carregamento;
- Central de medida (2)**: equipamentos capazes de ler diversas variáveis, tais como: potência ativa, reativa, tensão, corrente, frequência e fator potência. Estes equipamentos serão instalados nos quadros de distribuição da instalação;

- c) **Modem 3G/4G (3):** para permitir a comunicação com a rede MOBILE e para aceder à instalação remotamente;
- d) **Equipamento de gestão de cargas (4):** para realizar a aquisição de dados e executar algoritmos de modo controlar a procura e a potência entregue às suas cargas, neste caso aos VE.

De seguida, na figura 46, é apresentado um exemplo de uma arquitetura para o sistema de gestão apresentado:

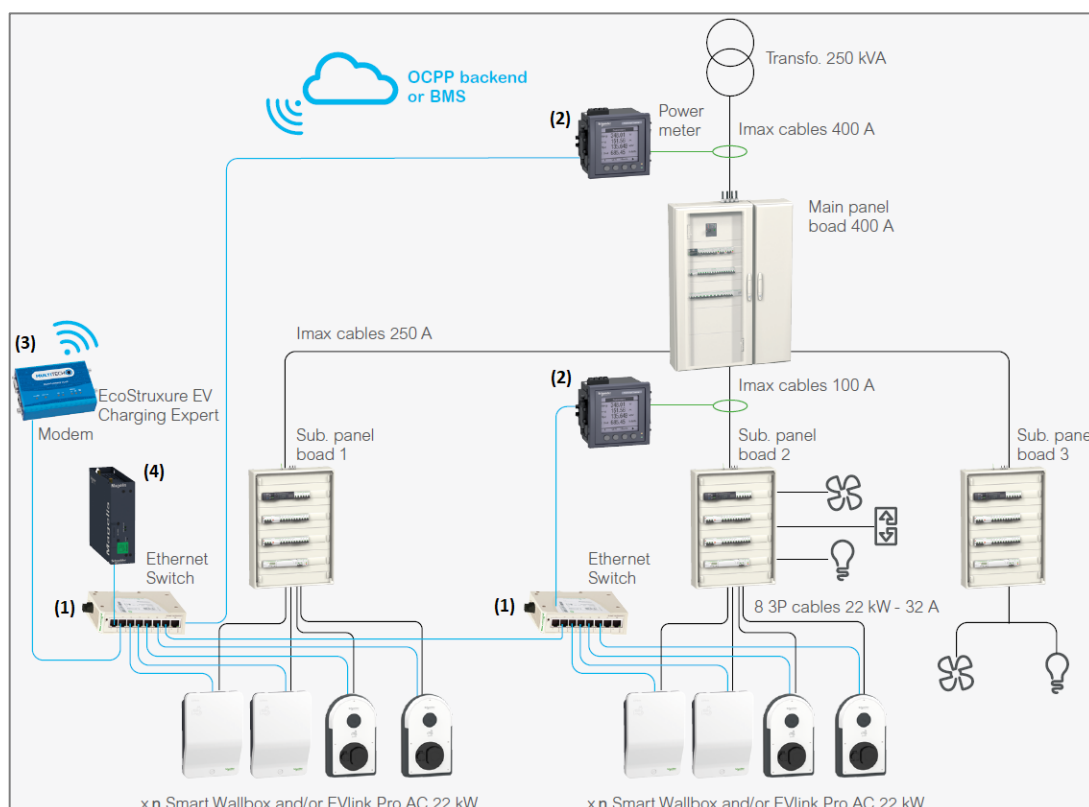


Figura 46 – Arquitetura do sistema de gestão e monitorização [53]

Conforme se pode ver na figura 46, é possível observar os equipamentos descritos anteriormente e onde devem ser instalados. A arquitetura do sistema começa na fonte de energia (transformador) e vai até às cargas finais, como é o caso dos postos de carregamento ou outro tipo de cargas.

Os equipamentos de medida são instalados a montante dos quadros de distribuição que alimentam as cargas sendo os mesmos interligados, através do switch Ethernet, com os equipamentos de carregamento e com o equipamento de gestão de cargas.

De notar que a instalação deste tipo de equipamentos só poderá ser aplicada em instalações particulares (exemplo: empresas), onde não seja vendida energia ao público. A ideia que se aplicar um sistema deste tipo numa instalação pública não pode ser concretizada, devido à impossibilidade de se interferir na instalação e no fornecimento de energia pública.

De qualquer das formas, para este tipo de sistemas ser instalado, por exemplo num conjunto de carregadores de bairro ou de condomínio, as tarifas poderiam ser dinâmicas, isto é, se a potência de um dado carregamento diminuir por ordem do sistema de gestão de cargas, o valor a suportar pelo UVE a partir desse momento também deveria ser menor.

Capítulo 5

Conclusões

Numa primeira análise, a presente dissertação permitiu verificar que a mobilidade elétrica em Portugal está cada vez mais a tornar-se uma escolha para os utilizadores. As vendas dos veículos 100% elétricos têm-se demonstrado muito consistentes de ano para ano. Devido ao aumento significativo deste tipo de veículos, a oferta de postos de carregamento, principalmente de acesso público, aumentou significativamente.

Segundo dados facultados pela MOBI.E no ano de 2016 a rede de carregamento pública era constituída por 495 carregadores e 1156 tomadas. Atualmente, em abril 2023, a rede de carregamento pública é constituída por 3355 postos de carregamento e 7321 tomadas. Estes dados demonstram a evolução e a aposta contínua sobre esta temática.

Contudo a evolução da rede de carregamento por vezes tem impacto direto nas infraestruturas das redes de distribuição de energia existentes, principalmente nos centros urbanos. Durante o planeamento das infraestruturas de distribuição de energia, esta nova carga não foi tida em conta. O carregamento dos veículos elétricos deverá ser realizado de forma coordenada, privilegiando o carregamento em períodos de menor consumo, evitando assim aumentos insuportáveis na potência elétrica solicitada à rede.

O presente trabalho focou-se no estudo das infraestruturas de carregamento planeadas para a vila de Sesimbra, onde atualmente apenas existem dois postos de carregamento públicos. O Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16] prevê a instalação a curto, médio e longo prazo de postos de carregamento até ao ano de 2030 na vila de Sesimbra.

Conforme analisado no Capítulo 4, foram realizadas diversas simulações aos diagramas de carga atuais dos postos de transformação e distribuição identificados na vila de Sesimbra. Estas simulações foram realizadas com dados reais da potência ativa dos postos de transformação. Para além disso, foram também utilizados perfis reais de utilização de três postos de carregamento existentes em diversas zonas do país. Permitindo assim, aproximar os dados obtidos de possíveis acontecimentos reais, de

modo a entendermos como se irá comportar a rede de distribuição elétrica de baixa tensão existente na vila de Sesimbra, após a instalação dos postos de carregamento.

Nas simulações foram acrescentados aos diagramas de carga dos postos de transformação, três cenários de carregamento, num dos casos quatro cenários de carregamento. Da análise realizada aos diagramas de carga apresentados no ponto 4.2 do Capítulo 4 e no Apêndice III, conclui-se que a potência instalada na rede existente permite a instalação dos postos de carregamento rápidos definidos no Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16].

De notar que as simulações foram realizadas sem a premissa de carregamento controlado ou do carregamento no período de “vazio”. Em certos diagramas de carga obtidos os picos de potência foram registados em períodos de ponta e, no entanto, os valores de potência ativa não ultrapassam 50% do valor da potência nominal do posto de transformação.

Para além disso, o perfil de carregamento utilizado no cenário de carregamento n.º 1, e usado nas simulações, diz respeito a um posto de carregamento existente localizado numa autoestrada. Para a vila de Sesimbra, possivelmente, não se esperará perfis de carregamento idênticos, ainda assim optou-se pela utilização deste perfil de modo a obter-se resultados mais gravosos ao nível da potência solicitada à rede de distribuição de baixa tensão em diversos períodos do dia.

Já na análise ao diagrama de carga do PTD n.º 1511D200300, optou-se pela utilização de um cenário mais exigente em termos de potência elétrica: cenário de carregamento n.º 4 que simula a utilização simultânea de quatro postos de carregamento rápidos com 50 kW de potência cada. Nesta simulação foram registados valores de potência ativa na ordem dos 226 kW, ou seja, apenas 50% do valor da potência nominal do posto de transformação no período de ponto do diagrama de carga.

Ao nível das localizações dos postos de carregamento rápidos definidas no Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], foram realizadas algumas análises técnicas relativas à localização da instalação dos postos e, nomeadamente, em relação às canalizações elétricas de baixa tensão que deverão ser criadas para a alimentação elétrica

dos respetivos equipamentos.

Como é possível observar na tabela 20 apresentada no Apêndice IV, os valores de queda de tensão cumprem com os valores máximos estipulados na legislação atual do nosso país. Contudo, o PCVE_R_3 apresenta valores de queda tensão superiores a 2%, devido à elevada distância (superior a 300 m) entre a localização do posto de carregamento e de ambos os postos de transformação definidos para a sua alimentação elétrica.

No que diz respeito à parte económica e tendo em conta a uma vez mais a localização dos postos de carregamento rápidos, bem como todos os trabalhos associados à instalação de cada um deles, foram elaboradas estimativas orçamentais para permitir perceber quais os custos associados à instalação dos equipamentos de carregamento.

Na tabela 16 apresentada no ponto 4.4.2 do Capítulo 4, são expostos os custos obtidos através das estimativas orçamentais, concluindo-se que o maior investimento está associado ao PCVE_R_3, estando isso relacionado uma vez mais com a distância entre o posto de carregamento e os postos de transformação.

A instalação do PCVE_R_3 na localização definida pelo Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], num cenário onde a alimentação elétrica apenas possa ser realizada a partir dos postos de transformação, a intervenção a realizar na instalação da canalização elétrica de baixa tensão será significativa. A instalação da cablagem elétrica de baixa tensão obrigará à abertura de valas, na via rodoviária ou no passeio, o que poderá criar alguns constrangimentos aos espaços de restauração existentes naquela zona. Para além disso, poderão existir outros serviços afetados nas infraestruturas existentes.

Ainda sobre a análise económica foi possível perceber que o custo associado à instalação dos três postos de carregamento rápidos é superior ao investimento total apresentado no Plano de Mobilidade Elétrica da Arrábida [16] para todo o Concelho de Sesimbra. Contudo, e segundo o Plano, poderão ser adotados modelos de exploração pela CMS, para os postos de carregamento, de modo a sustentarem os investimentos indicados anteriormente.

Através dos dados facultados pela CMS, apenas foi possível realizar uma análise técnica com base na potência disponível nos postos de transformação. No entanto, poderão existir infraestruturas de baixa tensão nas zonas definidas para os postos de carregamento, que tenham reserva de potência e que permitam a alimentação elétrica destes equipamentos, diminuindo assim as intervenções aqui previstas. Cabe ao ORD realizar esses estudos aquando dos PCLR solicitados pela CMS para a instalação dos postos de carregamento.

Com a forte adesão dos VE por parte dos utilizadores, prevê-se um aumento significativo na utilização deste tipo de veículos. Sendo Sesimbra uma vila onde a maior parte das habitações não permite o carregamento de VE, deverão ser criadas zonas de acesso público para estes fins. A realização deste trabalho permitiu estudar o plano para a mobilidade elétrica definido para a vila de Sesimbra, concluindo-se que a margem de potência elétrica na rede existente permite que o plano seja repensado, tendo como principal objetivo a criação de mais pontos de carregamento.

Um dos critérios definidos pelo Plano [16] para a localização dos postos de carregamento, foi o conceito dos carregadores de bairro. Esta solução define um local com um agrupamento de carregadores em áreas residenciais, podendo ser uma solução inovadora para os utilizadores que não possam efetuar os carregamentos nas suas habitações.

Contudo, numa perspetiva de trabalho futuro, deverá ser estudado como serão estes postos de carregamentos enquadrados na legislação atual e, principalmente, como serão enquadrados com o atual método de tarifas da RME, ou seja, de que forma será cobrado o carregamento nestes postos aos utilizadores que só poderão efetuar os carregamentos em longos períodos durante a noite.

Bibliografia

- [1] “PNAEE - PNAEE.” <https://www.pnaee.pt/pnaee/#enquadramentopnaee> (accessed Jan. 28, 2023).
- [2] A. Vilarinho Barbosa, “Redes de abastecimento para veículos elétricos.”
- [3] “Mobilidade Elétrica.” <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/mobilidade-eletrica/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [4] “ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS TARIFAS E PROVEITOS DA ENTIDADE GESTORA DA REDE DE MOBILIDADE ELÉTRICA PARA 2021,” 2021. [Online]. Available: www.erse.pt
- [5] “MOBI.Data - Mobi.e.” <https://www.mobie.pt/mobidata/data> (accessed Mar. 09, 2023).
- [6] “Estabelece o regime jurídico da mobilidade eléctrica, aplicável à organização, acesso e exercício das actividades relativas à mobilidade eléctrica, bem como as regras destinadas à criação de uma rede piloto de mobilidade eléctrica - Artigo 37.º | DRE.” <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/decreto-lei/2010-171436738-171571600> (accessed Jan. 29, 2023).
- [7] “European Network of Transmission System Operators for Electricity Electric Vehicle Integration into Power Grids About ENTSO-E ENTSO-E Position Paper on Electric Vehicle Integration into Power Grids // 3,” 2021.
- [8] “Recorde de Vendas de Veículos Elétricos em dezembro e em 2022 – UVE.” <https://www.uve.pt/page/vendas-ve-12-2022/> (accessed Mar. 09, 2023).
- [9] “Vendas de Veículos 100% Elétricos crescem 62,8% em agosto de 2022 - UVE.” <https://www.uve.pt/page/vendas-ve-08-2022/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [10] “Compare electric vehicles - EV Database.” <https://ev-database.org/#sort:path~type~order=.rank~number~desc|range-slider-range:prev~next=0~1200|range-slider-acceleration:prev~next=2~23|range-slider-topspeed:prev~next=110~350|range-slider-battery:prev~next=10~200|range-slider-towweight:prev~next=0~2500|range-slider-fastcharge:prev~next=0~1500|paging:currentPage=0|paging:number=9> (accessed Jan. 29, 2023).
- [11] “Estrutura Tarifária - Mobi.e.” <https://www.mobie.pt/redemobie/estrutura-tarifaria> (accessed Jan. 29, 2023).
- [12] “ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS TARIFAS E PROVEITOS DA ENTIDADE GESTORA DA REDE DE MOBILIDADE ELÉTRICA PARA 2023.” [Online]. Available: www.erse.pt
- [13] “Transition to a global zero-emission vehicle fleet: A collaborative agenda for governments,” 2015. [Online]. Available: www.theicct.org
- [14] “Normalização – APVE.” <https://apve.pt/normalizacao/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [15] “SOCIEDADE GESTORA DE OPERAÇÕES DA REDE DE MOBILIDADE ELÉTRICA-

- SGORME.” [Online]. Available: www.mobie.pt
- [16] MobiE, “Entidade Coordenadora ENA, Agência de Energia e Ambiente da Arrábida Equipa técnica Câmara Municipal de Setúbal Câmara Municipal de Palmela Câmara Municipal de Sesimbra E-REDES Assessoria.”
- [17] M. Jóźwicka, “Electric vehicles in Europe”, doi: 10.2800/100230.
- [18] J. A. Sanguesa, V. Torres-Sanz, P. Garrido, F. J. Martinez, and J. M. Marquez-Barja, “A review on electric vehicles: Technologies and challenges,” *Smart Cities*, vol. 4, no. 1. MDPI, pp. 372–404, Mar. 01, 2021. doi: 10.3390/smartcities4010022.
- [19] “MOBI.Data - Mobi.e.” <https://www.mobie.pt/mobidata/data> (accessed Mar. 11, 2023).
- [20] P. A. C. Branco, “Infraestruturas de Carregamento de Veículos Elétricos Em Ambiente Residencial e Similar,” *Neutro à Terra*, no. 28, pp. 27–32, 2021, doi: 10.34630/NEUTROATERRA.VI28.4491.
- [21] Y. ; Amry *et al.*, “Electric Vehicle Traction Drives and Charging Station Power Electronics: Current Status and Challenges,” *Energies 2022, Vol. 15, Page 6037*, vol. 15, no. 16, p. 6037, Aug. 2022, doi: 10.3390/EN15166037.
- [22] “Tired of waiting to charge your EV? First ‘battery swap stations’ open in Europe | Euronews.” <https://www.euronews.com/next/2023/04/09/tired-of-waiting-ev-charging-stations-first-nio-battery-swap-stations-open-in-europe> (accessed May 06, 2023).
- [23] “EVCore Load Management System | Efacec Electric Mobility.” <https://electricmobility.efacec.com/evcore-lms/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [24] “Siemens exporta carregadores elétricos made in Portugal | Sala de imprensa | Empresa | Siemens.” <https://press.siemens.com/pt/pt/comunicadodeimprensa/siemens-exporta-carregadores-eletricos-made-portugal> (accessed Jan. 29, 2023).
- [25] “Subsídios - Charge Amps.” <https://chargeamps.com/pt/subsidios/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [26] T. Meintjes, R. Castro, and A. J. Pires, “Impact of vehicle charging on Portugal’s national electricity load profile in 2030,” *Util Policy*, vol. 73, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.jup.2021.101310.
- [27] C. M. Alarcón and T. A. F. M. P. Nogueira, “Avaliação do Impacto dos Veículos Elétricos na Qualidade de Serviço da Rede,” *Neutro à Terra*, no. 28, pp. 33–38, 2021, doi: 10.34630/NEUTROATERRA.VI28.4492.
- [28] P. J. Santos, A. J. Pires, and R. Castro, “The impact of charging electric vehicles in electrical public substations,” in *2021 IEEE 15th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering, CPE-POWERENG 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. doi: 10.1109/CPE-POWERENG50821.2021.9501213.
- [29] “Power sector accelerating e-mobility Can utilities turn EVs into a grid asset?” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/297055070_Impacts_of_electric_vehicles_charging_on_distribution_grid.

- [30] D. Kucevic *et al.*, “Reducing grid peak load through the coordinated control of battery energy storage systems located at electric vehicle charging parks,” *Appl Energy*, vol. 295, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.116936.
- [31] “Tesvolt Supplies Storage Systems for Europe’s Largest Electric Car Charging Park | TESVOLT AG.” <https://www.tesvolt.com/en/press/tesvolt-supplies-storage-systems-for-europes-largest-electric-car-charging-park.html> (accessed Jan. 29, 2023).
- [32] P. Moura, J. Delgado, A. Pires, and A. De Almeida, “Grid to Vehicle and Vehicle to Grid Systems for Large-Scale Penetration of Renewable Generation.”
- [33] K. T. Ponds, A. Arefi, A. Sayigh, and G. Ledwich, “Aggregator of demand response for renewable integration and customer engagement: Strengths, weaknesses, opportunities, and threats,” *Energies (Basel)*, vol. 11, no. 9, Sep. 2018, doi: 10.3390/en11092391.
- [34] “COMISSÃO TÉCNICA DE NORMALIZAÇÃO ELETROTÉCNICA-CTE 64 Instalações Elétricas e Proteção Contra Choques Elétricos GUIA TÉCNICO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA ALIMENTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.”
- [35] E. Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva and J. Baptiste Joseph, “Harmónicos em Instalações Elétricas. Causas efeitos e normalização Causas, efeitos e normalização. 1. Análise harmónica.”
- [36] “SICHARGE D Dynamic charging for future eMobility [siemens.com/sicharge-d](https://www.siemens.com/sicharge-d).”
- [37] “INESC TEC antecipa o impacto dos veículos elétricos na rede da E-REDES - INESC TEC.” <https://www.inesctec.pt/pt/noticias/inesc-tec-antecipa-o-impacto-dos-veiculos-eletricos-na-rede-da-e-redes#intro> (accessed Jan. 29, 2023).
- [38] “As infraestruturas de carregamento de veículos elétricos na UE estão demasiado dispersas.” <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/pt/#chapter7> (accessed May 06, 2023).
- [39] “Município - CM Sesimbra.” <https://www.sesimbra.pt/municipio> (accessed Jan. 29, 2023).
- [40] “Encontrar Posto - Mobi.e.” <https://www.mobie.pt/pt/redemobie/encontrar-posto> (accessed Jan. 29, 2023).
- [41] “DIRETIVA 2014/94/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO – APVE.” <https://apve.pt/2017/11/13/diretiva-201494ue-do-parlamento-europeu-e-do-conselho/> (accessed Jan. 29, 2023).
- [42] “Galp quer instalar carregadores para carros elétricos nos candeeiros de rua - Renascença.” <https://rr.sapo.pt/noticia/economia/2023/01/31/galp-quer-instalar-carregadores-para-carros-eletricos-nos-candeeiros-de-rua/317967/> (accessed Mar. 11, 2023).
- [43] “Covid-19. Consumo de eletricidade sobe 14,9% nas famílias e cai 18,3% nos serviços e 5,6% na indústria - Expresso.” <https://expresso.pt/sociedade/coronavirus/2021-02-15-Covid-19.-Consumo-de-eletricidade-sobe-149-nas-familias-e-cai-183-nos-servicos-e-56-na-industria> (accessed May 06, 2023).
- [44] “Hyundai IONIQ 5 Long Range 2WD (2022-2023) price and specifications - EV Database.” <https://ev-database.org/car/1662/Hyundai-IONIQ-5-Long-Range-2WD> (accessed Jan. 29,

- 2023).
- [45] “O que é um HUB? - UVE.” <https://www.uve.pt/page/blueauto-44-06-2021-o-que-e-um-hub/> (accessed Jan. 29, 2023).
 - [46] “MOBI.E inaugura primeiro HUB de carregamento para Veículos Elétricos em Leiria - UVE.” <https://www.uve.pt/page/mobie-inaugura-hub-em-leiria-2021/> (accessed Jan. 29, 2023).
 - [47] “Vou comprar um carro elétrico! Onde carregar? Como carregar? - UVE.” <https://www.uve.pt/page/blueuato-52-onde-carregar-e-como-carregar/> (accessed Jan. 29, 2023).
 - [48] “Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto | DRE.” <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/96-2017-107987277> (accessed Mar. 12, 2023).
 - [49] “Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão | DRE.” <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/portaria/2006-70055500> (accessed Mar. 02, 2023).
 - [50] “PE: Edifícios mais inteligentes e com pontos de carregamento para veículos elétricos.” <https://www.sgeconomia.gov.pt/noticias/pe-edificios-mais-inteligentes-e-com-pontos-de-carregamento-para-veiculos-eletricos.aspx> (accessed Feb. 22, 2023).
 - [51] “Mobilidade Elétrica, a novidade nos edifícios.” <https://imobiliario.publico.pt/opiniao/mobilidade-eletrica-novidade-edificios/> (accessed Feb. 22, 2023).
 - [52] “Edifícios.” <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/edificios/> (accessed Feb. 22, 2023).
 - [53] “EcoStruxure™ EV Charging Expert Electric Vehicle charging management infrastructure.”
 - [54] “E-REDES - Rede.” <https://e-redes-rede.wntech.com/> (accessed May 09, 2023).

Apêndices

Apêndice I - Localização PCVE na Vila de Sesimbra

Através do Plano da Mobilidade Elétrica da Arrábida [16], foram recolhidas informações sobre o tipo de carregamento previsto para a vila de Sesimbra, bem como a localização exata pensada para a instalação destes equipamentos.

De seguida é apresentado uma tabela com todas estas informações:

Tabela 17 – Caracterização do carregamento de veículos elétricos previsto para o concelho de Sesimbra.

CARREGAMENTO RÁPIDO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS - CONCELHO DE SESIMBRA							
Localização de Postos de <u>Carregamento Rápido</u> sugeridos para Sesimbra							
ID	Lat.	Long.	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]	Observações
CVE_R_1	38.4655	-9.0972	HUB 4 - Santana / Sesimbra	Sesimbra	Castelo	Desc.	2022 HUB
CVE_R_2	38.55033	-9.1007	HUB 5 - N378 - Sesimbra	Sesimbra	Castelo	Desc.	2022 HUB
CVE_R_3	38.47194	-9.08724	Parque Augusto Pólvora	Sesimbra	Castelo	Desc.	2025 Isolado
CVE_R_4	38.55022	-9.1008	HUB 5 - N378 - Sesimbra	Sesimbra	Castelo	Desc.	2025 HUB
CVE_R_5	38.44349	-9.09707	Novo Centro de Saúde de Sesimbra	Sesimbra	Santiago (Vila)	Desc.	2030 HUB
CVE_R_6	38.44225	-9.09602	Marginal Nascente	Sesimbra	Santiago (Vila)	Desc.	2030 Isolado
CVE_R_7	38.44337	-9.10716	Marginal Poente	Sesimbra	Santiago (Vila)	Desc.	2030 Isolado
CVE_R_8	38.57195	-9.0364	HUB 13 - Rotunda Quinta do Conde	Sesimbra	Quinta do Conde	Desc.	2022 HUB
CVE_R_9	38.57199	-9.03629	HUB 13 - Rotunda Quinta do Conde	Sesimbra	Quinta do Conde	Desc.	2025 HUB
CVE_R_10	38.572	-9.03619	HUB 13 - Rotunda Quinta do Conde	Sesimbra	Quinta do Conde	Desc.	2030 HUB
CVE_R_11	38.48172	-9.16045	HUB 14 - Alfarim	Sesimbra	Castelo	Desc.	2025 HUB
CVE_R_12	38.48191	-9.16042	HUB 14 - Alfarim	Sesimbra	Castelo	Desc.	2030 HUB
CVE_R_13	38.48208	-9.16043	HUB 14 - Alfarim	Sesimbra	Castelo	Desc.	2030 HUB
CVE_R_14	38.46988	-9.16979	HUB 15 - Aldeia do Meco	Sesimbra	Castelo	Desc.	2025 HUB
CVE_R_15	38.46984	-9.16981	HUB 15 - Aldeia do Meco	Sesimbra	Castelo	Desc.	2030 HUB
CVE_R_16	38.46981	-9.16983	HUB 15 - Aldeia do Meco	Sesimbra	Castelo	Desc.	Parque Campismo

O Presente estudo apenas se irá focar na vila de Sesimbra, ou seja, na Freguesia de Santiago, resultando os carregadores marcados a cor verde na tabela 17. Os carregadores identificados para a Freguesia de Santiago terão a seguinte nomenclatura no presente



Figura 48 – Identificação do PT n.º 1511D2005300.

Através do cadastro facultado pela E-REDES foi possível obter as seguintes informações sobre o PT:

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>tipo_insta Posto de transformação com seccionamento</p> <p>tensao_ser 15 kV</p> <p>tipo_const Cabine baixa integrada em edifício</p> <p>situacao Em exploração</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1511D2005300</p> <p>ID EDP: 1178 ID GeoAct: 54951 Número de CCs: 1 Número de PIPs: 69</p> <p>Direcções: Para aqui - A partir de aqui</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1511D2005300-02</p> <p>Nome do PT: 1511D2005300 ID GeoAct: 2597366 Número de PIPs: 69 Tipo comando: Relógio astronómico Corrente 1: 13 Corrente 2: 6 Corrente 3: 6 Tensão 1: 241 Tensão 2: 238 Tensão 3: 240 Notas:</p> <p>Direcções: Para aqui - A partir de aqui</p> </div>
---	--	--

Figura 49 – Informações retiradas do cadastro sobre o PT n.º 1511D2005300.

PCVE_R_2:

- Localização: Marginal Nascente;
 - Zona turística (restaurantes, bares, comércio, etc);
 - Zona de acesso às praias;
- Tipo de Carregador:
 - Carregador Isolado;
 - Carregamento Rápido.
- Imagem Satélite da localização:



Figura 50 – Imagem satélite da localização do PCVE n.º 2.

Através figura 50 é possível identificar a localização da possível zona para a instalação do PCVE n.º 2 e dos PTD mais próximos desse local. A distância entre o PCVE e os PTD é de aproximadamente **30 m** (para o PT mais perto) e de **85 m** (para o PT mais distante), assumindo o percurso mais desfavorável.

Ambos os postos de transformação estão inseridos em edifícios existentes, conforme se pode observar na figura 51:



Figura 51 – Identificação dos PTs n.º 1511D2030500 e 1511D2006500.

Através do cadastro facultado pela E-REDES foi possível obter as seguintes informações sobre o PT:

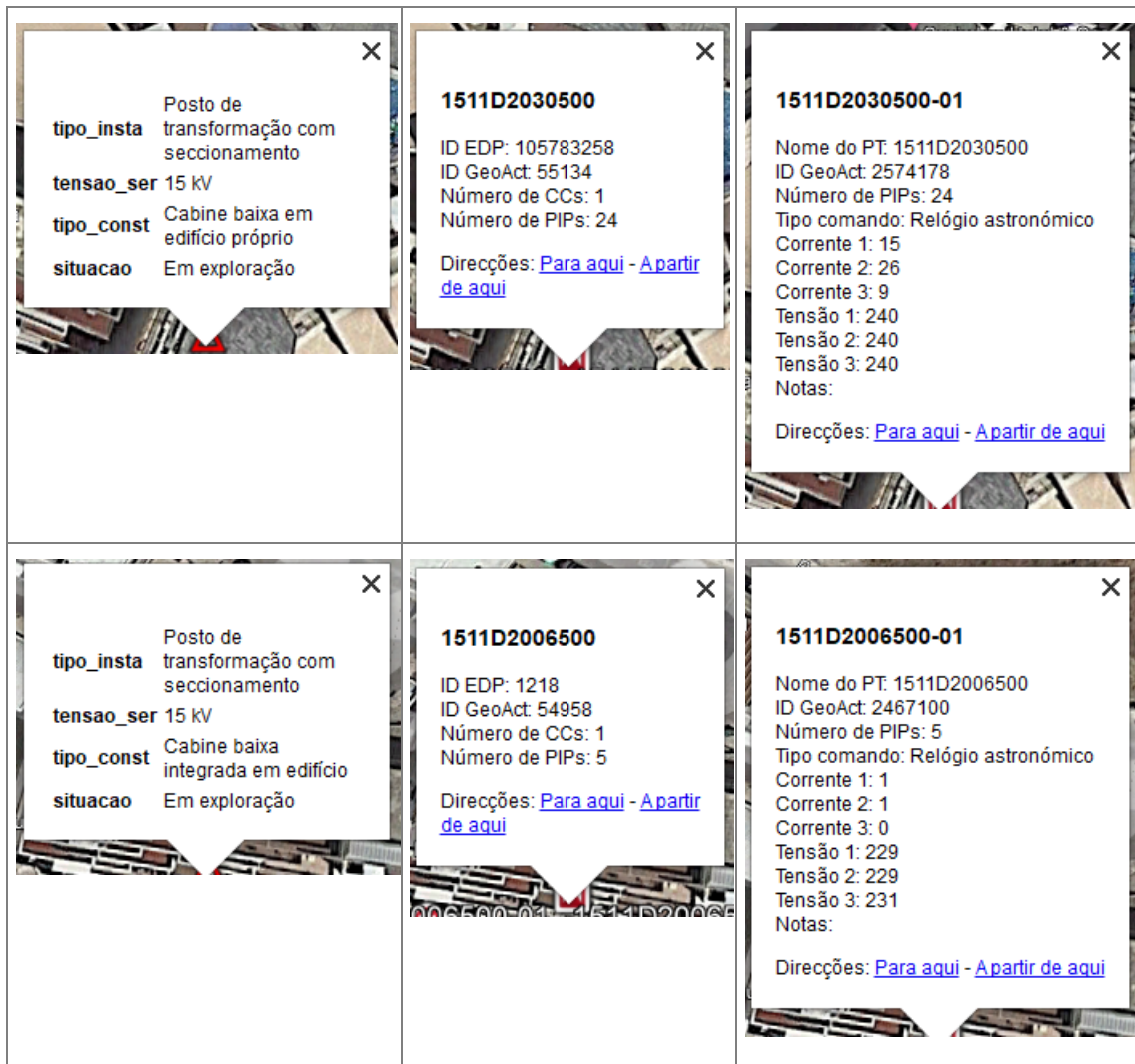


Figura 52 – Informações retiradas do cadastro sobre os PTs n.º 1511D2030500 e 1511D2006500.

PCVE_R_3:

- Localização: Marginal Poente;
 - Zona turística (restaurantes, bares, comércio, etc);
 - Zona de acesso às praias;
- Tipo de Carregador:
 - Carregador Isolado;
 - Carregamento Rápido.
- Imagem Satélite da localização:



Figura 53 – Imagem satélite da localização do PCVE n.º 3.

Através figura 53 é possível identificar a localização da possível zona para a instalação do PCVE n.º 3 e dos PTD mais próximos desse local. A distância entre o PCVE e os PTD é de aproximadamente **327 m** (para o PT mais perto) e de **390 m** (para o PT mais distante), assumindo o percurso mais desfavorável.

Um dos PT está inserido num edifício existente, outro possui edifício próprio conforme pode ser observado na figura 54:



Figura 54 – Identificação dos PTs n.º 1511D2022900 e 1511D2014400.

Através do cadastro facultado pela E-REDES foi possível obter as seguintes informações sobre o PT:



Figura 55 – Informações retiradas do cadastro sobre os PTs n.º 1511D2022900 e 1511D2014400.

RESUMO:

Tabela 18 – Resumo da localização dos PCVE e da identificação dos respetivos PT.

PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_R_1	38.44349	-9.09707	Novo Centro de Saúde de Sesimbra	Sesimbra	Santiago	≥ 50 kW
Identificação do PT mais próximo do local da instalação do PCVE						
ID do PT		ID E-REDES	Tensão [kV]	P [kVA]	CVE -> PT [m]	
1511D2005300		1178	15	400	120	

PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_R_2	38.44225	-9.09602	Marginal Nascente	Sesimbra	Santiago	≥ 50 kW
Identificação do PT mais próximo do local da instalação do PCVE						
ID do PT		ID E-REDES	Tensão [kV]	P [kVA]	CVE -> PT [m]	
1511D2030500		105783258	15	630	30	
1511D2006500		1218		630	80	

PCVE Rápido sugeridos para Sesimbra						
Designação	Latitude	Longitude	Morada	Concelho	Freguesia	P [kW]
PCVE_R_3	38.44337	-9.10716	Marginal Poente	Sesimbra	Santiago	≥ 50 kW
Identificação do PT mais próximo do local da instalação do PCVE						
ID do PT		ID E-REDES	Tensão [kV]	P [kVA]	CVE -> PT [m]	
1511D2022900		1362	15	400	390	
1511D2014400		1238		400	327	

Na tabela 18 estão indicadas todas as informações relativas à localização dos postos de carregamento, bem como as informações dos postos de transformação identificados para as suas alimentações elétricas, tais como: número de identificação do posto de transformação; potência nominal do transformador; tensão da rede de média tensão; distância do posto de transformação ao posto de carregamento.

Apêndice II - Diagramas de carga atuais dos Postos de Transformação de Distribuição

Conforme indicado no ponto 3.6.2 do Capítulo 3, no presente Apêndice irá dar-se continuidade aos diagramas de carga atuais dos PTD alvos de estudo, apresentados no Apêndice anterior, que a análise aos seus diagramas não foi realizada no corpo do texto.

De seguida serão apresentados os diagramas de carga atuais para o ano de 2020, separados devidamente pelo respetivo PTD.

1. PTD: 1511D2030500

A análise realizada aos diagramas de carga deste PTD encontra-se demonstrada no ponto 3.6.2, do Capítulo 3.

2. PTD: 1511D2005300



Figura 56 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 05/12/2020, PTD – 1511D200300.

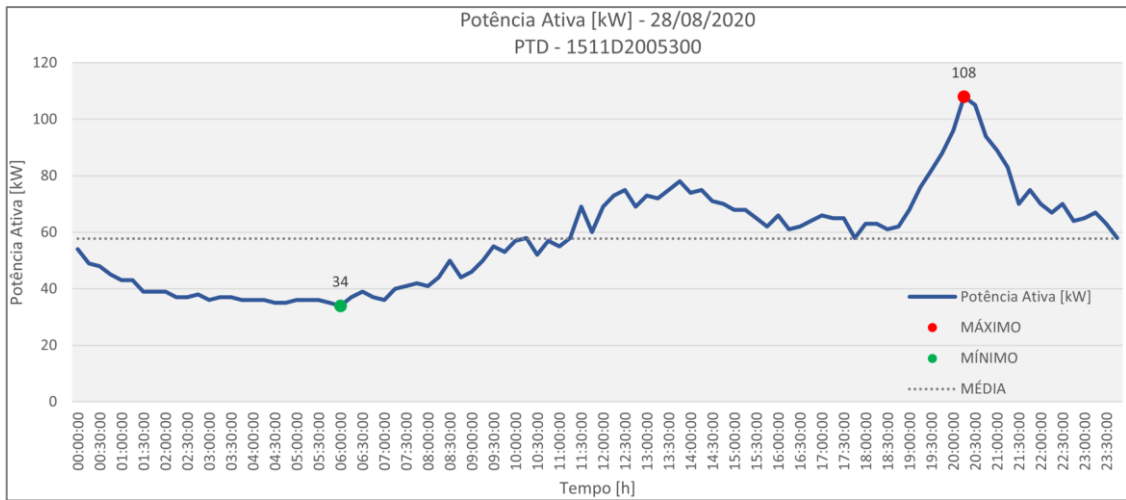


Figura 57 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 28/08/2020, PTD – 1511D200300.

3. PTD: 1511D2006500

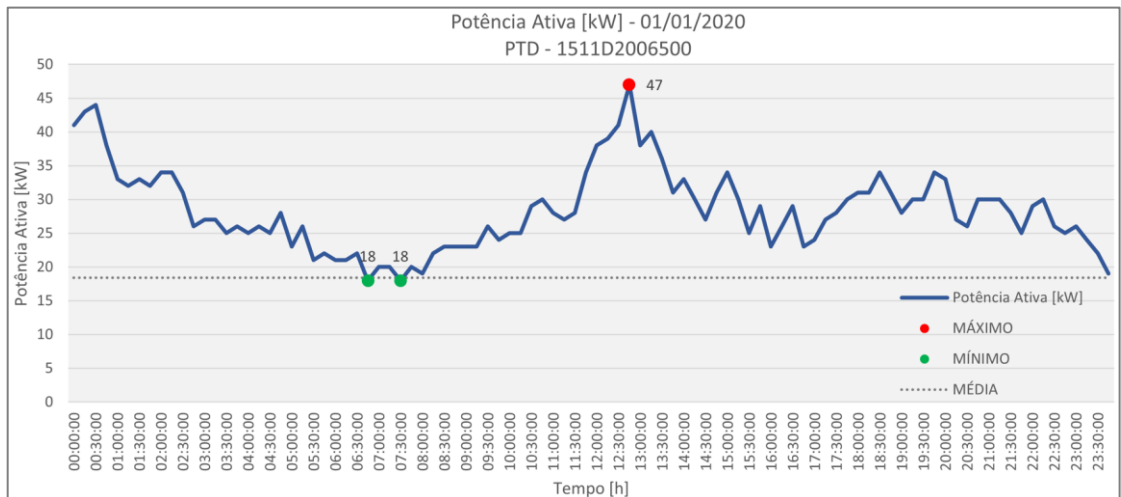


Figura 58 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 01/01/2020, PTD – 1511D2006500.

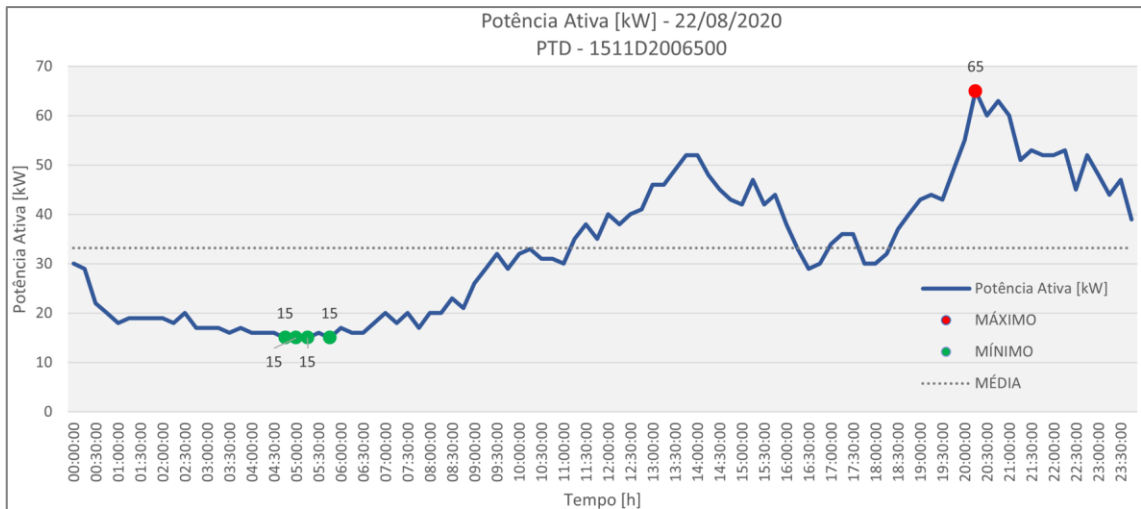


Figura 59 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 22/08/2020, PTD – 1511D2006500.

4. PTD: 1511D2022900

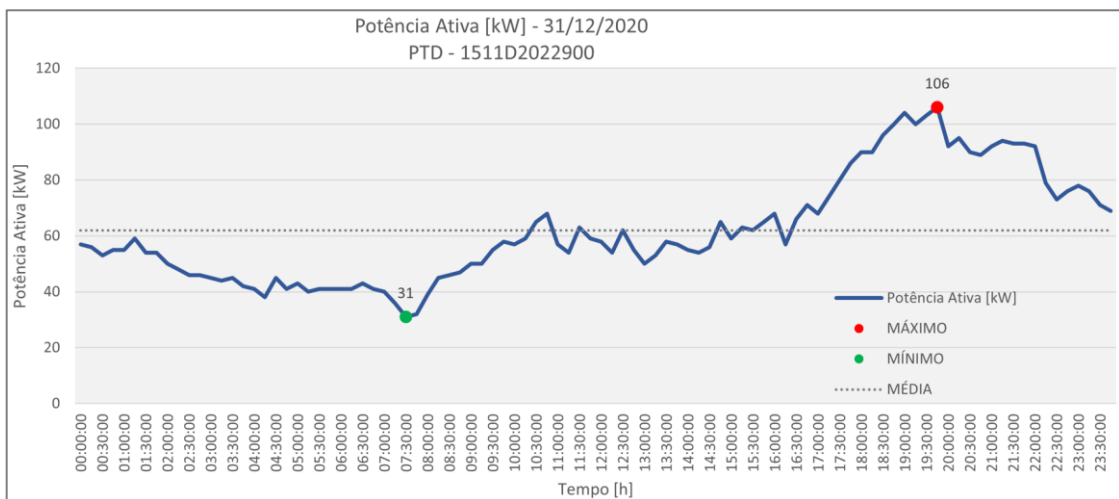


Figura 60 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 31/12/2020, PTD – 1511D2022900.

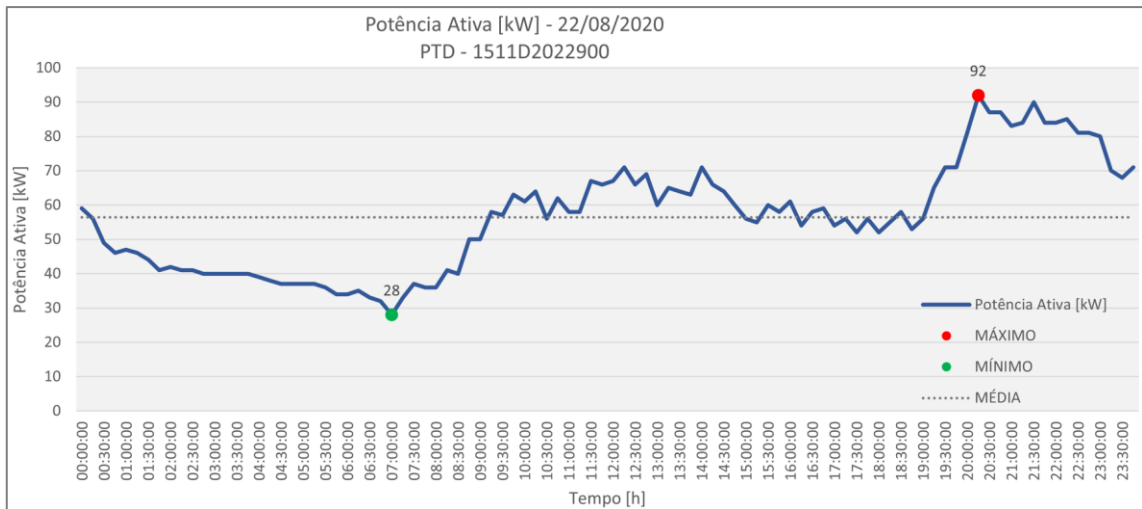


Figura 61 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 22/08/2020, PTD – 1511D2022900.

5. PTD: 1511D2014400

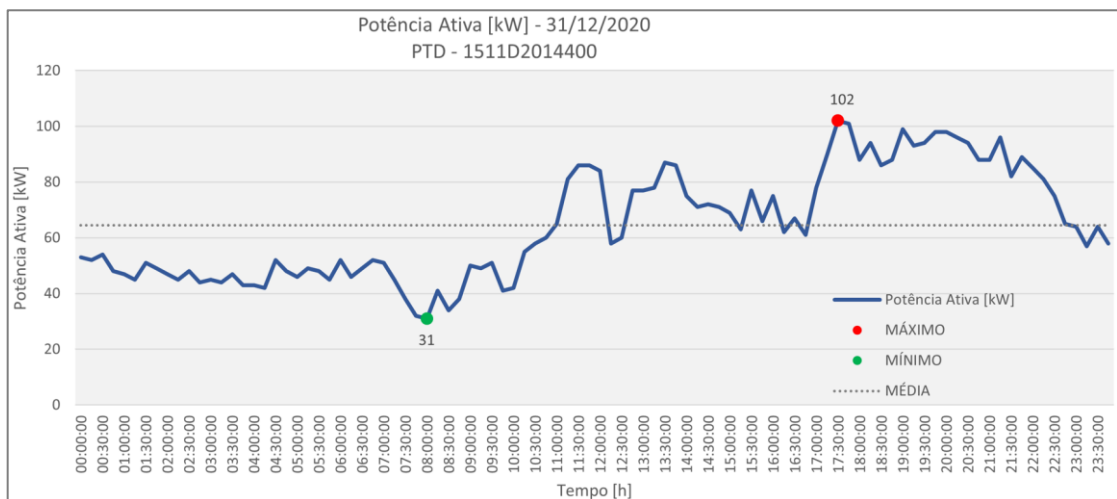


Figura 62 – Diagrama de carga, estação de inverno, dia 31/12/2020, PTD – 1511D2014400.

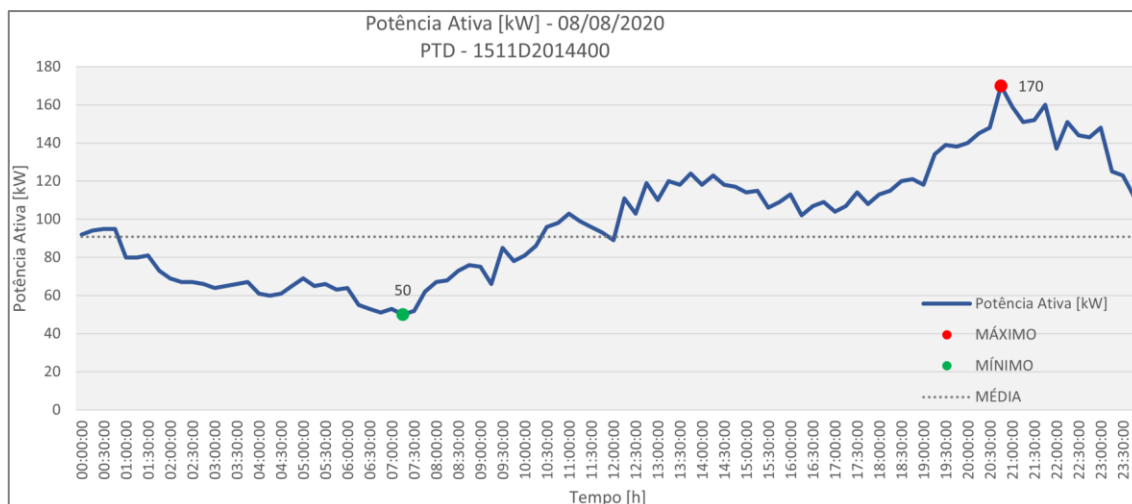


Figura 63 – Diagrama de carga, estação de verão, dia 08/08//2020, PTD – 1511D2014400.

Nas figuras anteriormente representadas, são apresentados os diagramas atuais, para o ano de 2020, dos PTD alvos de estudo. Foram demonstrados dois diagramas de carga separados pelas respectivas estações do ano (verão e inverno).

Nos diagramas de carga estão representados os valores de potência ativa (linha contínua azul), o valor máximo e mínimo de potência ativa (bola vermelha e verde respetivamente) e o valor médio da potência ativa naquele dia (linha a tracejado cinzento). No eixo vertical é indicado o valor da potência ativa em kW, e no eixo horizontal o tempo indicado em horas.

Na seguinte tabela são apresentados os valores máximos, mínimos e médios de potência ativa registada no PTD para as estações do ano onde normalmente são registados os picos de potência (verão e inverno):

Tabela 19 – Valores de potência ativa registados no ano de 2020 para os PTD identificados, nas estações de inverno e verão.

ID do PTD	Mês do ano (2020)	Estação do ano	Potência ativa [kW]		
			Máxima	Mínima	Média
1511D2005300	Dezembro	Inverno	104	33	51,04
	Agosto	Verão	108	28	56,08
1511D2006500	Dezembro	Inverno	49	6	22,41
	Agosto	Verão	73	11	35,53
1511D2022900	Dezembro	Inverno	95	20	39,51
	Agosto	Verão	92	21	51,43
1511D2014400	Dezembro	Inverno	96	26	55,52
	Agosto	Verão	170	42	83,74

Da análise realizada à tabela anterior, conclui-se que os presentes PTD apresentam valores baixos de potência de pico e que, possivelmente, poderão apresentar reserva de potência disponível para a alimentação dos PCVE.

Apêndice III - Diagramas de carga dos Postos de Transformação de Distribuição afetados pelos cenários de carregamento

Conforme indicado no ponto 4.2.1 do Capítulo 4, no presente Apêndice irá dar-se continuidade à sobreposição dos diagramas de carga dos PTD com os cenários de carregamento apresentados no ponto 4.1 do Capítulo 4.

Conforme analisado anteriormente, para a localização dos PCVE está definido ser instalado, no mínimo, um posto de carregamento rápido. Neste sentido os diagramas de carga atuais dos PTD, de seguida apresentados, serão afetados tendo em conta este pressuposto.

1. PTD: 1511D2030500

a. Cenário 1 de carregamento

i. Inverno

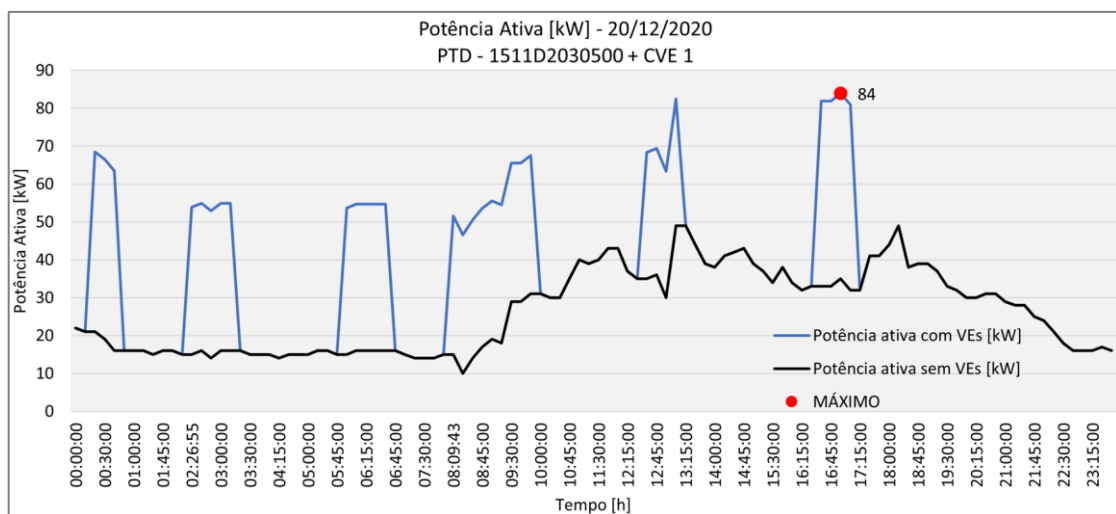


Figura 64 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 1 de carregamento.

ii. Verão

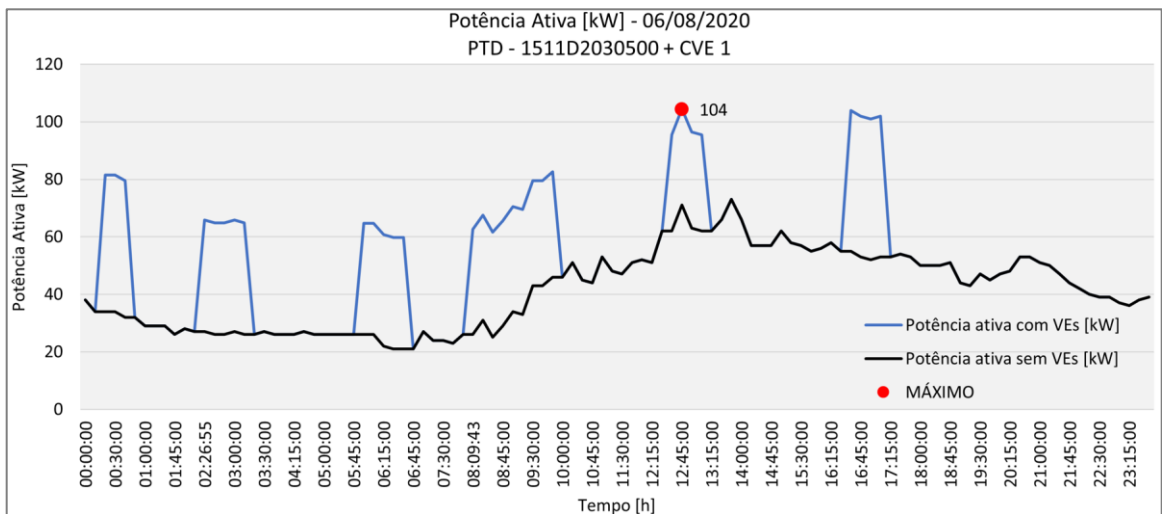


Figura 65 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 1 de carregamento.

b. Cenário 2 de carregamento

i. Inverno

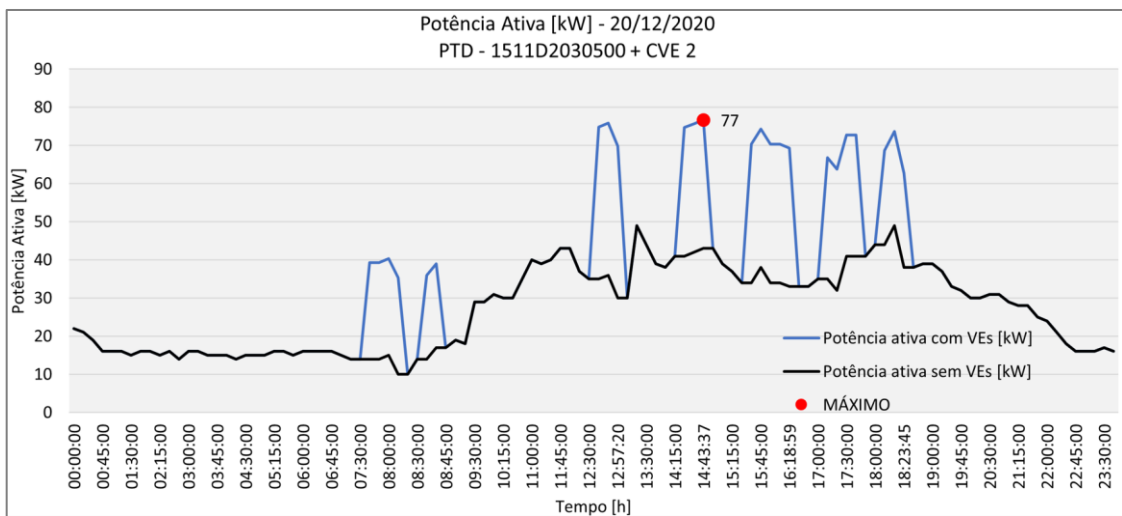


Figura 66 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 2 de carregamento.

ii. Verão

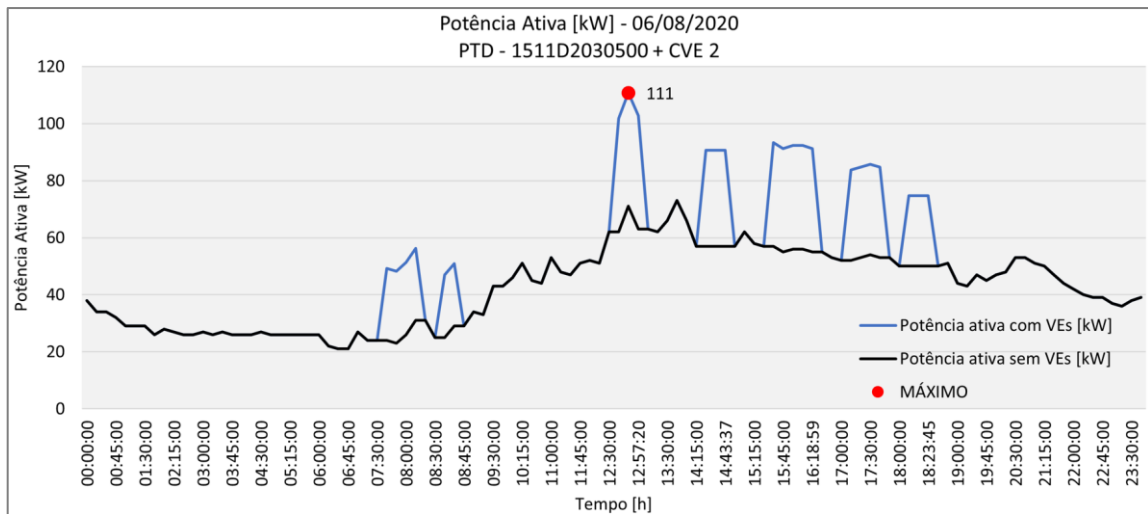


Figura 67 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 2 de carregamento.

c. Cenário 3 de carregamento

i. Inverno

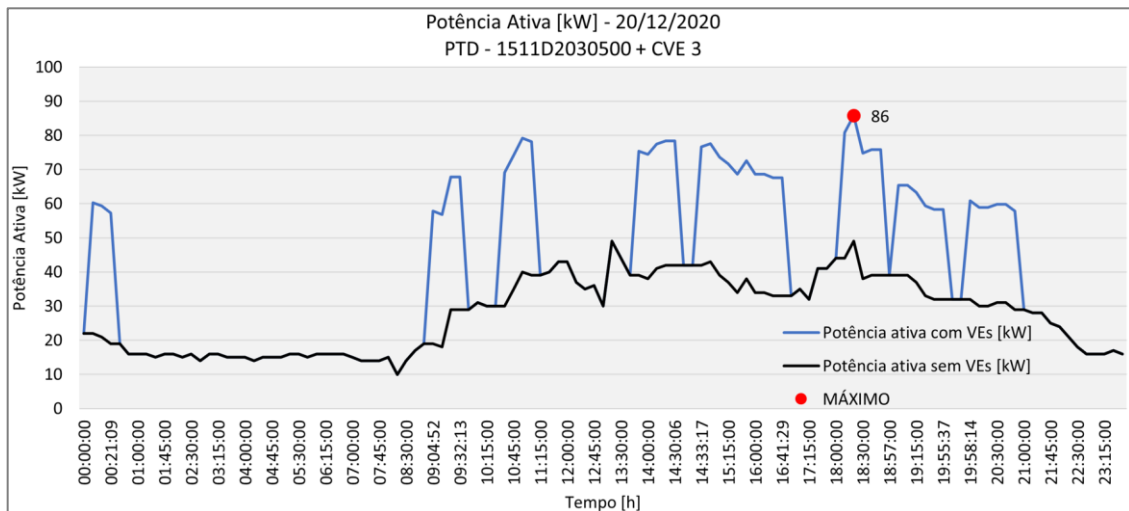


Figura 68 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, inverno, cenário 3 de carregamento.

ii. Verão

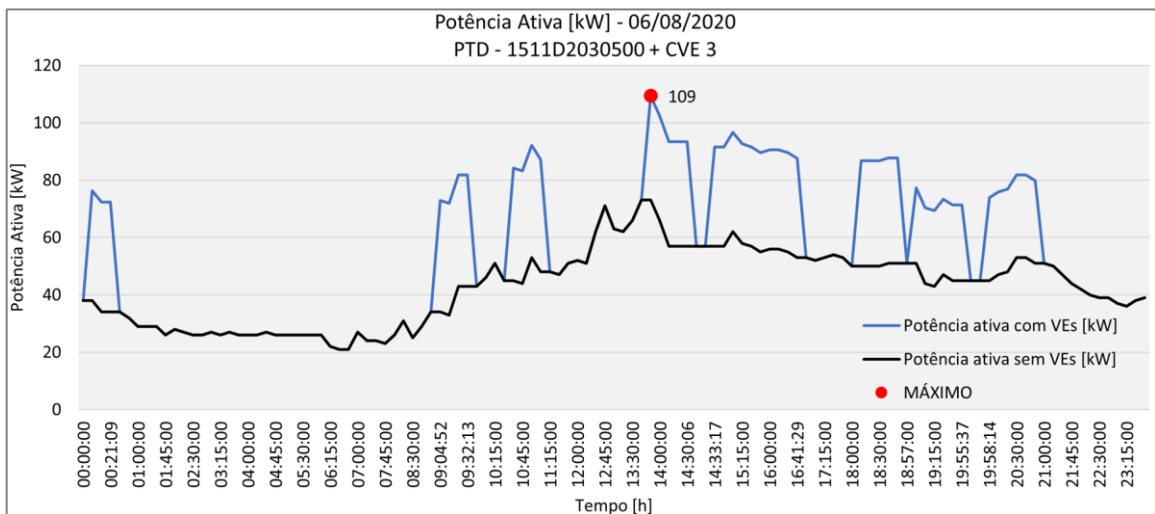


Figura 69 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2030500, verão, cenário 3 de carregamento.

2. PTD: 1511D2005300

A análise realizada aos diagramas de carga deste PTD encontra-se demonstrada no ponto 4.2.1, do Capítulo 4.

3. PTD: 1511D2006500

a. Cenário 1 de carregamento

i. Inverno

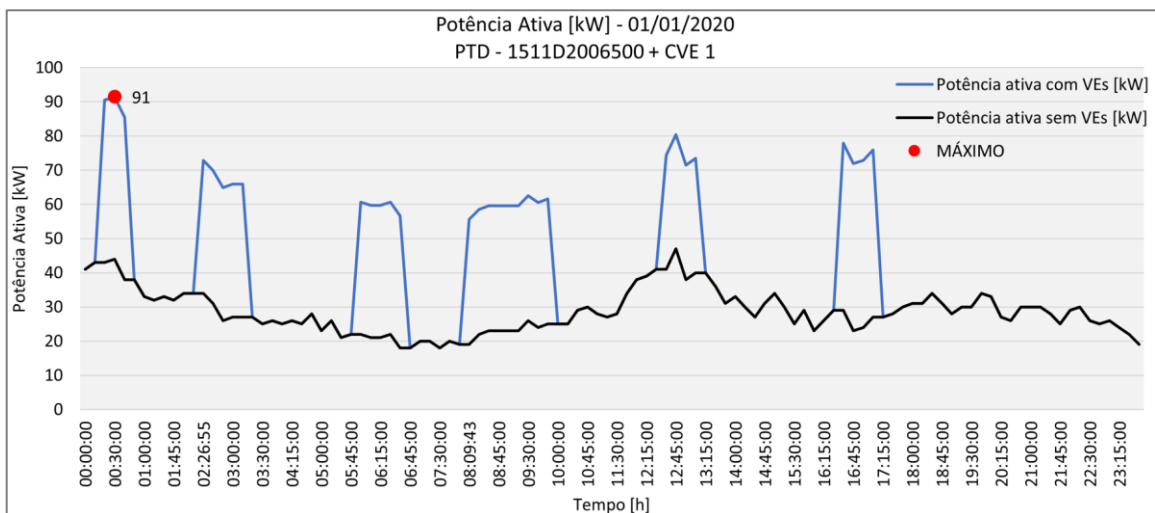


Figura 70 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 1 de carregamento.

ii. Verão

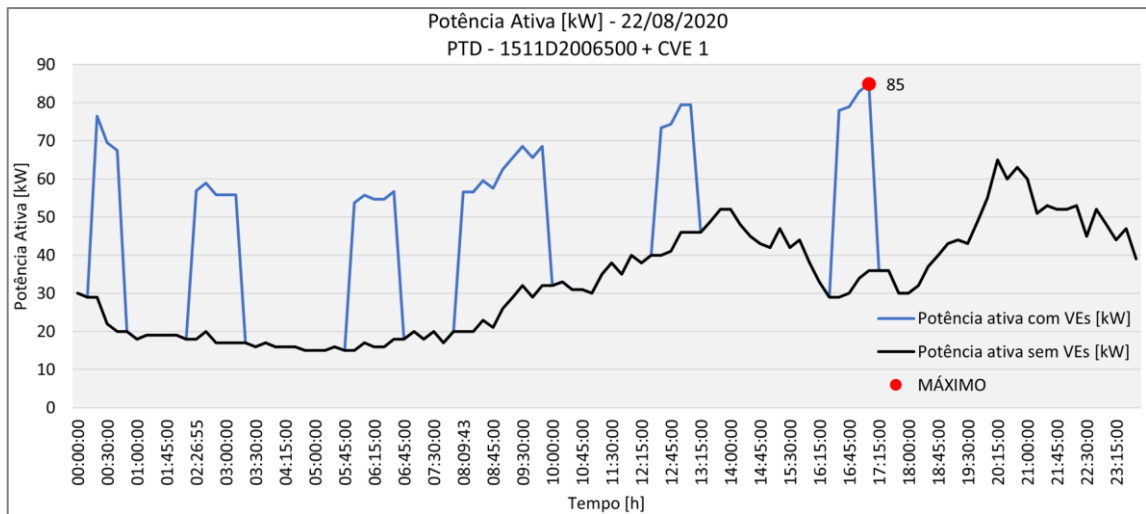


Figura 71 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 1 de carregamento.

b. Cenário 2 de carregamento

i. Inverno

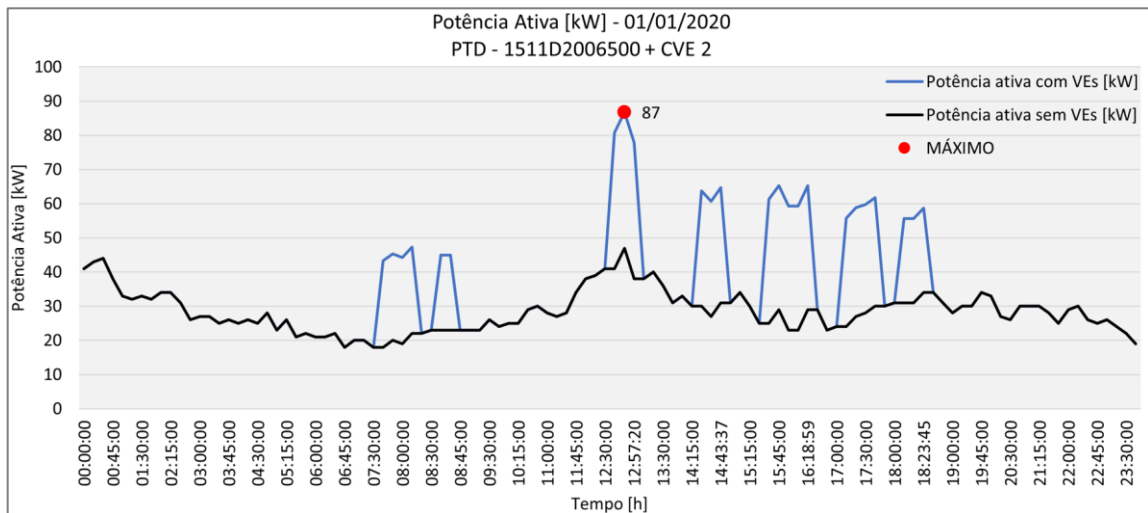


Figura 72 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 2 de carregamento.

ii. Verão

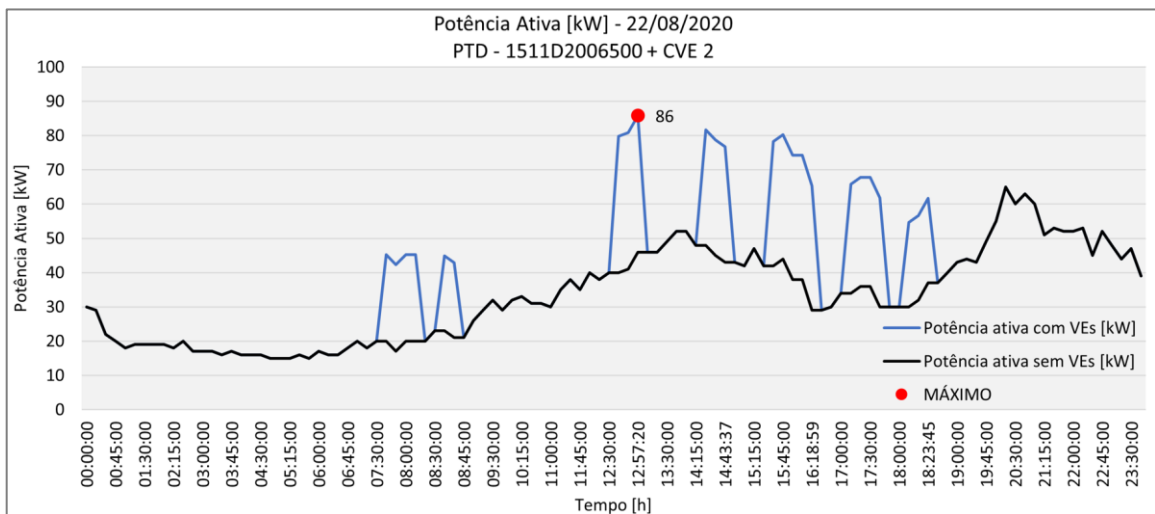


Figura 73 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 2 de carregamento.

c. Cenário 3 de carregamento

i. Inverno

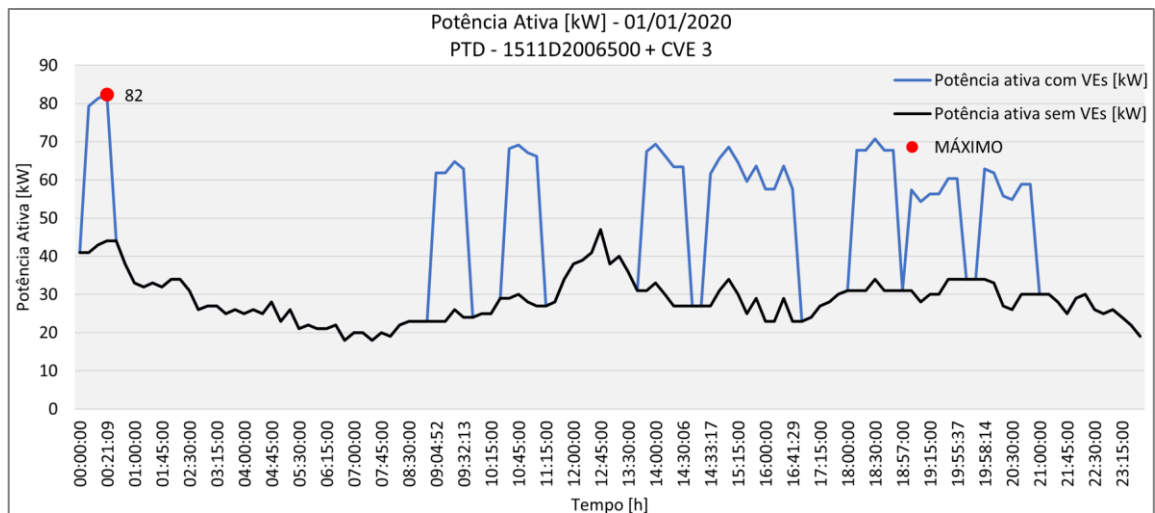


Figura 74 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, inverno, cenário 3 de carregamento.

ii. Verão

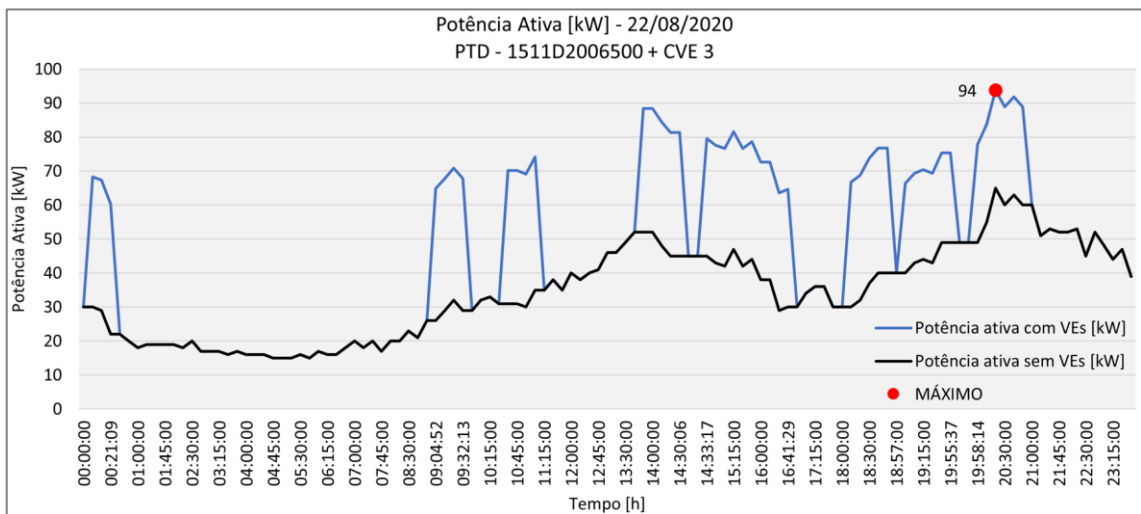


Figura 75 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2006500, verão, cenário 3 de carregamento.

4. PTD: 1511D2022900

a. Cenário 1 de carregamento

i. Inverno

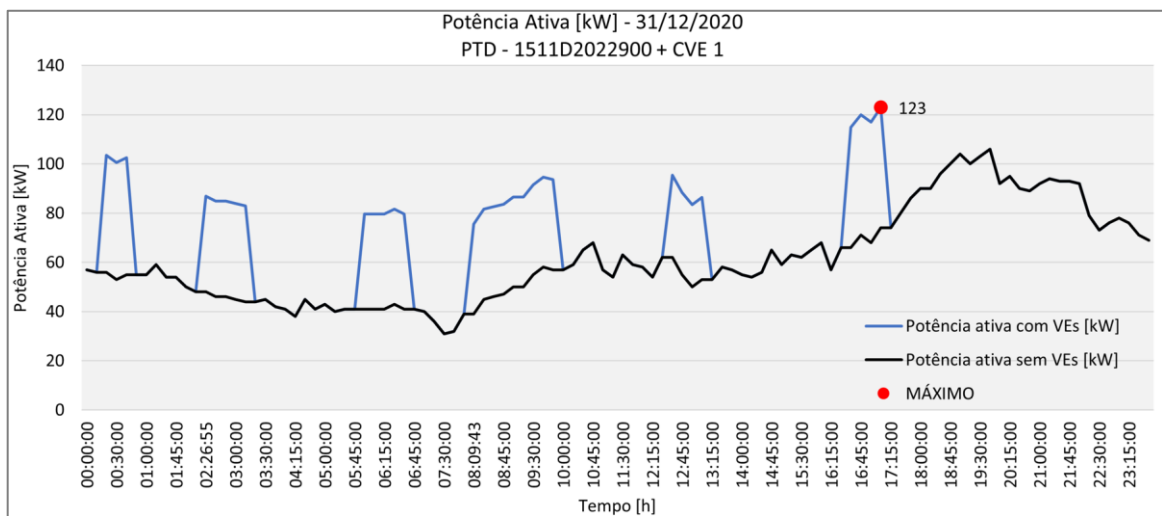


Figura 76 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 1 de carregamento.

ii. Verão

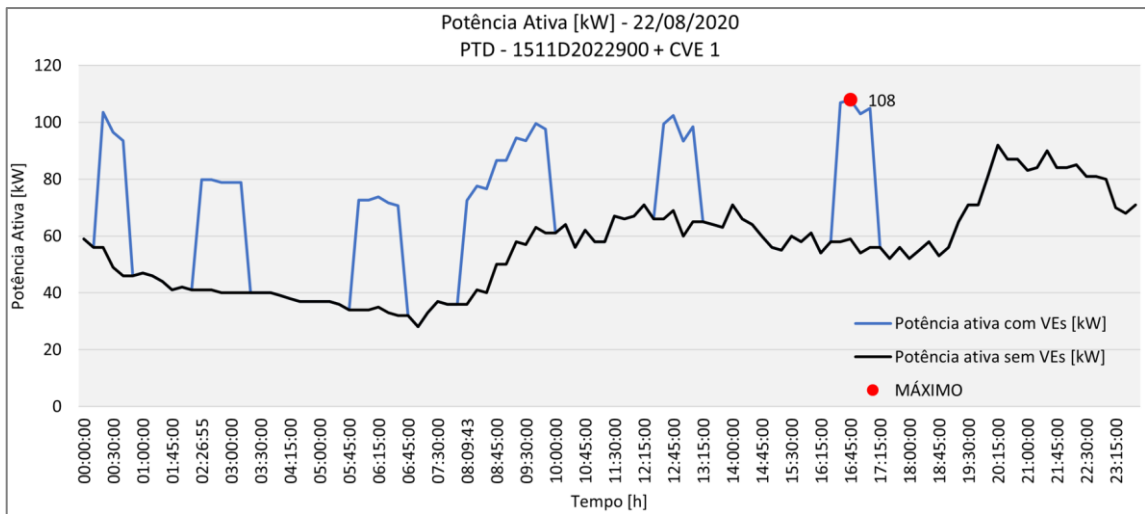


Figura 77 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 1 de carregamento.

b. Cenário 2 de carregamento

i. Inverno

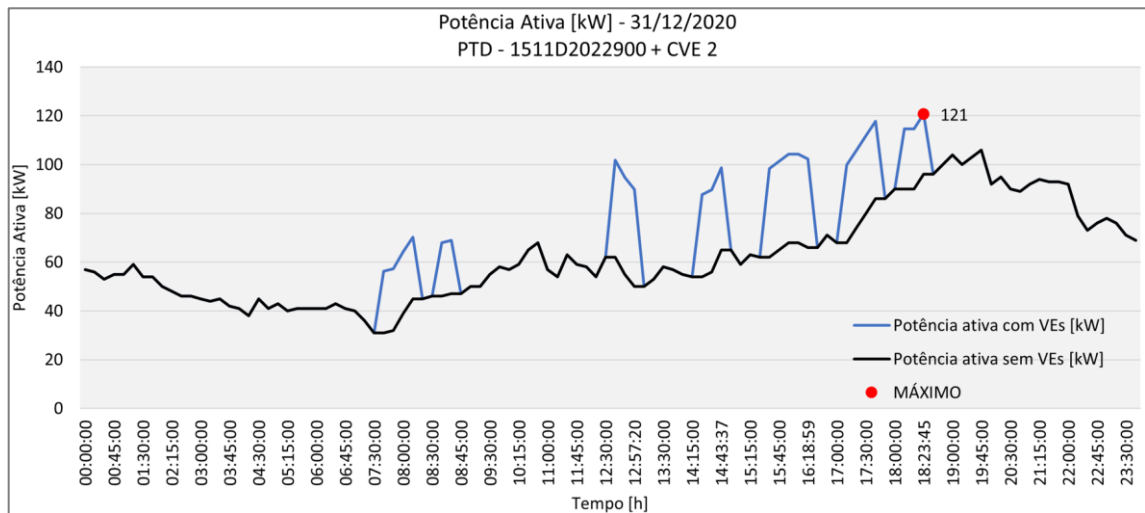


Figura 78 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 2 de carregamento.

ii. Verão

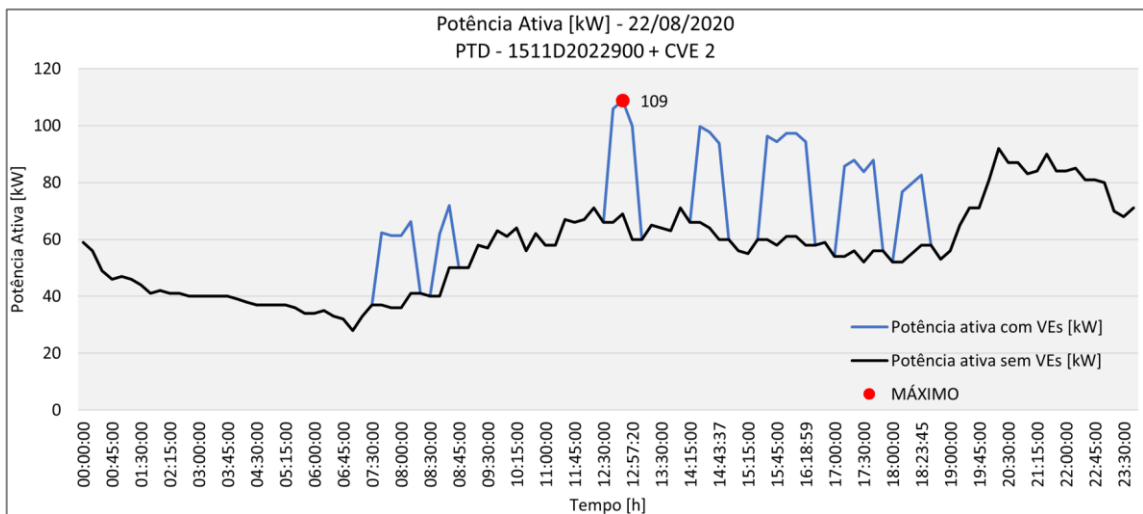


Figura 79 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 2 de carregamento.

c. Cenário 3 de carregamento

i. Inverno

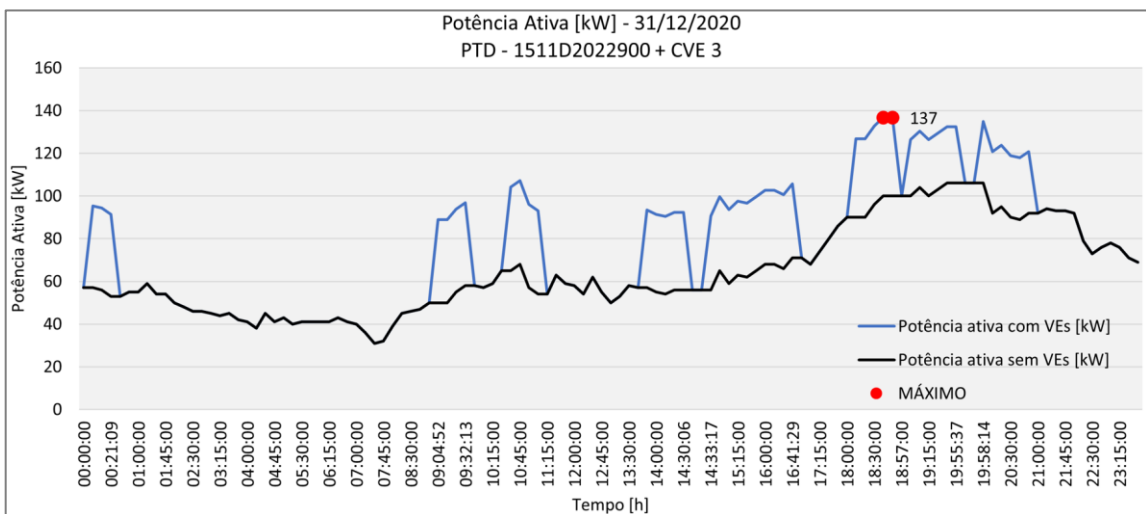


Figura 80 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, inverno, cenário 3 de carregamento.

ii. Verão

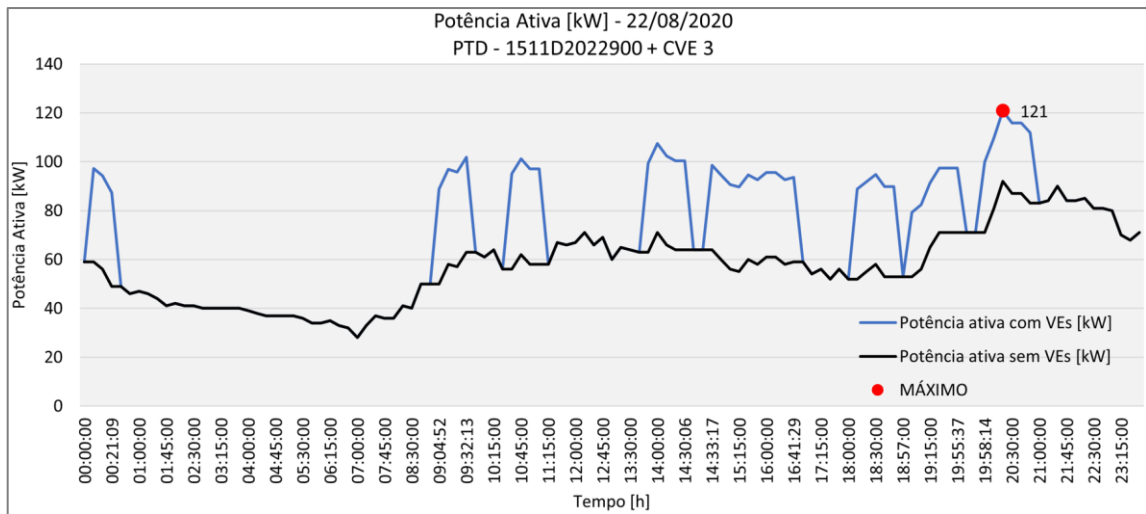


Figura 81 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2022900, verão, cenário 3 de carregamento.

5. PTD: 1511D2014400

a. Cenário 1 de carregamento

i. Inverno

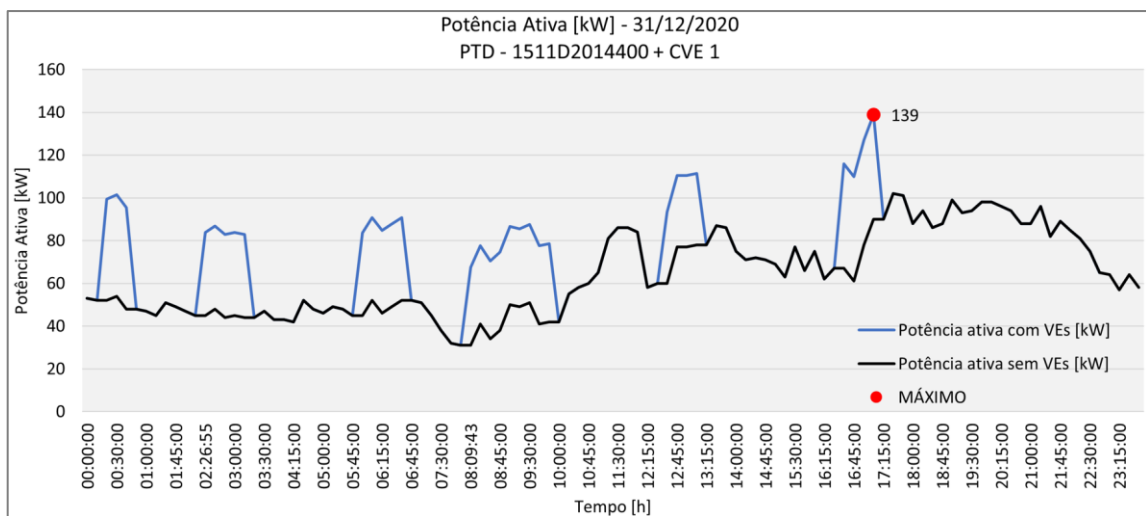


Figura 82 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 1 de carregamento.

ii. Verão

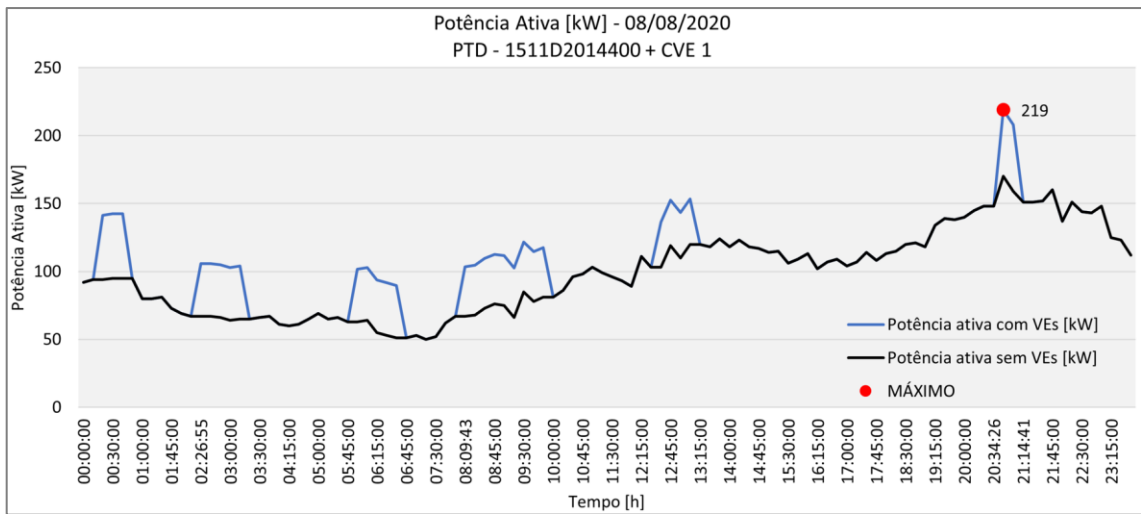


Figura 83 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 1 de carregamento.

b. Cenário 2 de carregamento

i. Inverno

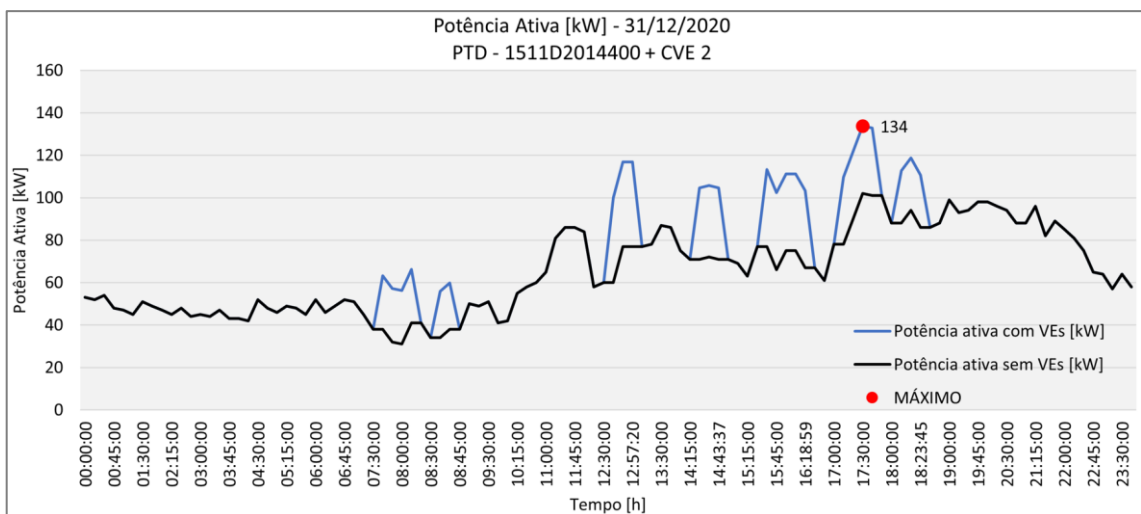


Figura 84 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 2 de carregamento.

ii. Verão

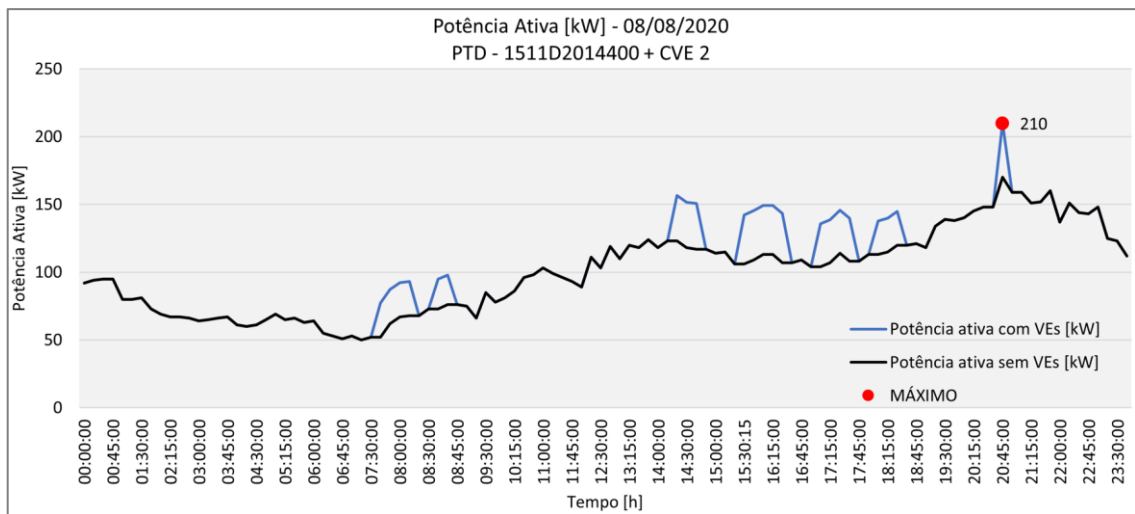


Figura 85 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 2 de carregamento.

c. Cenário 3 de carregamento

i. Inverno

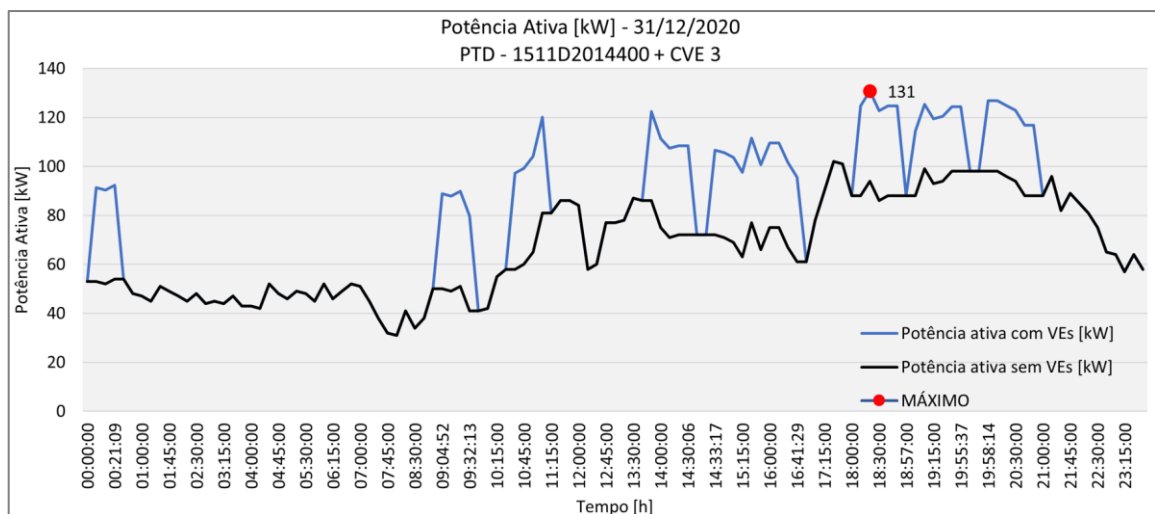


Figura 86 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, inverno, cenário 3 de carregamento.

ii. Verão

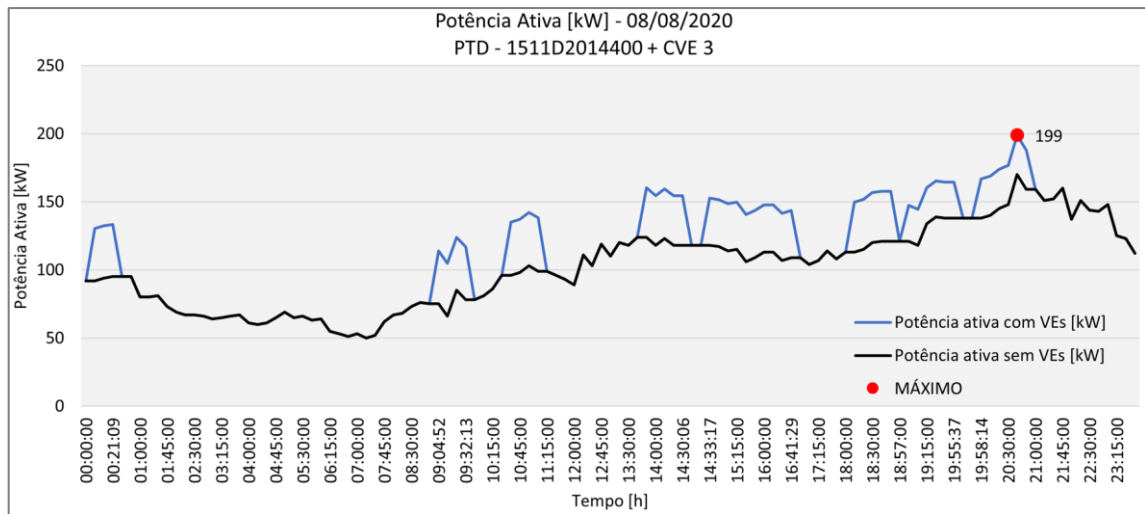


Figura 87 – Diagrama de Carga, PTD – 1511D2014400, verão, cenário 3 de carregamento.

Apêndice IV - Dimensionamentos Baixa Tensão

Este apêndice foi criado para dar suporte ao ponto 4.4.1, do Capítulo 4, com o objetivo de demonstrar, de forma resumida, os procedimentos a realizar na definição dos cabos elétricos e proteções de baixa tensão a aplicar na instalação de um carregador de VE.

O exemplo aqui apresentado será aplicado a um PCVE rápido de 50 kW de potência, instalado em via pública, que segundo documento das CTE64 [34], deverá seguir o seguinte esquema de instalação:

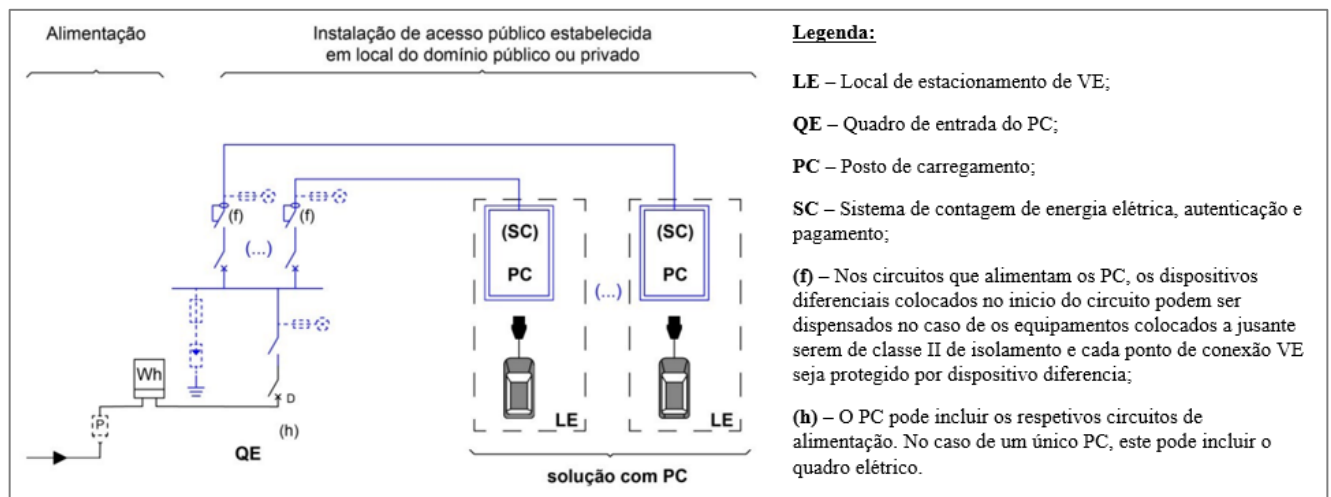


Figura 88 – Exemplo de instalações de acesso público estabelecidas em locais de domínio público ou privado, utilizando PC integrado na ME, figura 6 do documento [34].

Da análise realizada à figura 88, é possível entender como deverá ser prevista a instalação elétrica do PCVE. A instalação tem início no ponto de entrega (portinhola e caixa de contagem de energia), chegando ao quadro elétrico onde serão previstas as proteções dos circuitos elétricos da alimentação ao PCVE.

Para melhor entendimento do esquema apresentado na figura 88, de seguida é apresentado um esquema unifilar que, de uma forma resumida, demonstra a alimentação elétrica do PCVE:

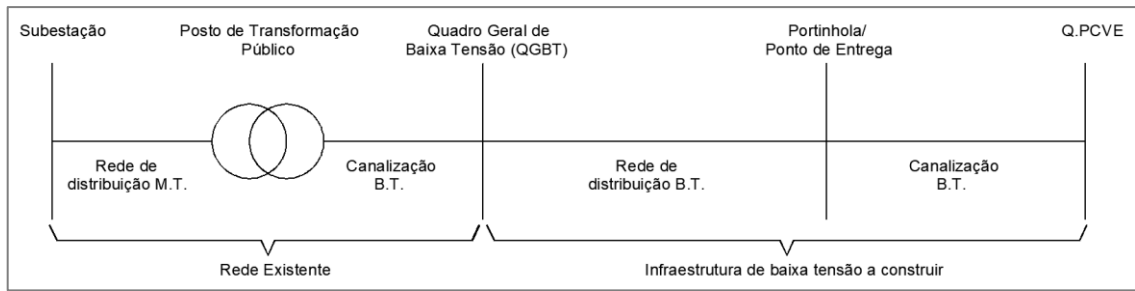


Figura 89 – Esquema unifilar da ligação elétrica do PCVE.

Conforme se pode observar na figura 89, a instalação do OPC tem início no ponto de entrega (portinhola) e termina no posto de carregamento. A instalação a montante é suportada pelo ORD. Cabe ao OPC definir toda a instalação a jusante do ponto de entrega, incluindo os dimensionamentos dos cabos elétricos e das proteções.

De seguida serão apresentados os principais pontos a ter em conta no dimensionamento de uma canalização elétrica de baixa tensão:

a. Dimensionamento das proteções contra sobrecargas

O dimensionamento da rede BT deverá seguir estritamente o que é indicado nas RTIEBT [49]. Começando pela proteção contra sobrecargas, deverá ser dado cumprimento ao ponto 433 do documento [49] e representado na seguinte figura:

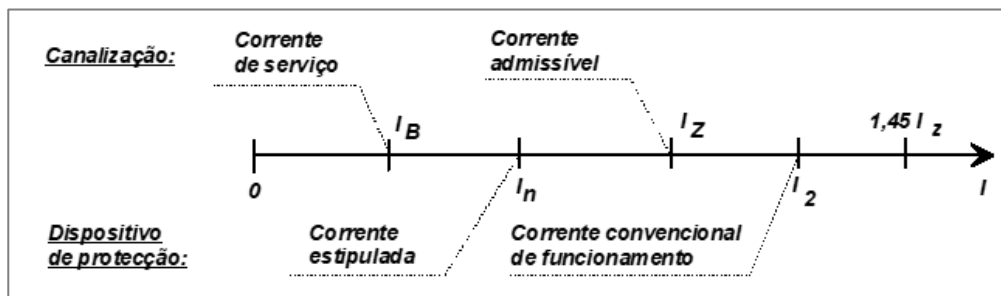


Figura 90 – Coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção [49].

Para que um dado dispositivo de proteção garanta a proteção de uma canalização contra as sobrecargas é necessário verificarem-se as seguintes condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z [A] \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z [A] \quad (2)$$

Onde,

- I_B : corrente de serviço do circuito em A;
- I_Z : corrente admissível na canalização em A;
- I_N : corrente estipulada do dispositivo de proteção em A;
- I_2 : corrente convencional de funcionamento em A:
 - Corrente de funcionamento, no tempo convencional, para os disjuntores;
 - Corrente de fusão, no tempo convencional, para os fusíveis.

De seguida serão apresentados os vários cálculos utilizados para o dimensionamento de uma proteção contra sobrecargas.

- Dados da instalação:
 - Cabo cobre, com isolamento em polietileno reticulado (XLPE);
 - Alimentação trifásica (400 V/50 Hz);
 - Instalado em tubo circular (enterrado);
 - Potência do equipamento: 50,00 kVA;
 - Potência a utilizar no dimensionamento: 55,00 kVA⁴;
 - Protegido por fusível;
 - Cabo elétrico: Ponto de entrega/ Portinhola – Q.PCVE.

O primeiro passo é determinar o valor de I_B do quadro elétrico que se pretende alimentar eletricamente através da seguinte expressão:

$$I_{B(PCVE)} = \frac{S_{PCVE}}{\sqrt{3} \times 400} [A] \quad (3)$$

Onde,

- S_{PCVE} : potência aparente do quadro elétrico em VA, neste caso específico será o valor da potência do carregador (55,00 kVA);

⁴ Alguns equipamentos de carregamento exigem ligeiramente mais potência elétrica para além da sua potência nominal, como é o caso do carregador rápido da ABB que, segundo a sua ficha técnica, necessita de 55,00 kVA (aproximadamente 80 A) na sua alimentação elétrica.

Substituindo as variáveis na expressão anterior, obtemos o seguinte valor para a corrente de serviço:

$$I_{B (PCVE)} = \frac{55 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 79,40 \text{ [A]}$$

Depois de sabido o valor da corrente de serviço, é definida o valor nominal de corrente I_N , através do catálogo do fabricante do equipamento de proteção⁵. A definição do valor de I_N deve cumprir com a seguinte condição:

$$I_{B (PCVE)} \leq I_N \text{ [A]} \quad (4)$$

Logo,

$$79,40 \text{ A} < 80 \text{ A}$$

A corrente nominal da proteção será de 80 A, o próximo passo será a determinação do valor de I_Z , para isso deve ser tipo em conta o método de referência da instalação. Segundo os dados da instalação indicados anteriormente, o cabo será instalado entubado e enterrado, em função indicado no quadro 52H das RTIEBT [49] o método de referência ser o D.

Identificado o método de referência, deverá ser escolhido a secção do cabo a utilizar em função do valor da sua corrente admissível I_Z . Para isso deverá ser consultado o quadro 52-C30 das RTIEBT [49], onde se encontram definidas os valores das correntes admissíveis, para cabos de cobre e alumínio, para o método de referência D.

Na escolha do valor da corrente admissível I_Z foi tido em conta a seguinte condição:

$$I_Z \geq I_N \text{ [A]}, \text{ onde } I_N = 80 \text{ A (definido anteriormente)} \quad (5)$$

Segundo o quadro 52-C30, para cabos de cobre com três condutores carregadores (instalação trifásica) com isolamento do tipo polietileno reticulado (XLPE) o valor de I_Z imediatamente superior a 80 A, corresponde a um cabo de secção igual a 10 mm² conforme apresentado na figura 91:

⁵ O valor nominal das proteções (disjuntor ou fusível) deverá ser escolhido através da consulta dos fabricantes. Normalmente o valor de I_N é genérico para qualquer fabricante.

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores carregados e natureza do isolamento			
	3 PVC	2 PVC	3 XLPE	2 XLPE
<i>Condutores de cobre</i>				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677

Figura 91 – Correntes admissíveis método de referência D, adaptado do Quadro 52-C30 das RTIEBT [49].

Para o valor de I_Z definido, deverá ser aplicado um fator de segurança de 80% devido ao facto de a cablagem estar instalada em tudo e enterrada. Em situações destas é assumido que o valor da corrente admissível é menor devido ao calor térmico emitido pelo cabo elétrico durante a passagem de corrente.

Com os valores de I_B , I_N e I_Z definidos, deve confirmado se os mesmos satisfazem a condições (1):

$$I_B \leq I_N \leq I_Z [A] \rightarrow 72,17 A \leq 80 A \leq (87 \times 0,80) [A] \rightarrow 72,17 A \leq 80 A \leq 69,60 [A]$$

Conforme pode ser observado, a condição n.º 1 não é cumprida. Nestes casos deverá ser definido um novo valor I_Z , passando para o cabo imediatamente a seguir ao anteriormente definido no quadro 52-C30:

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores carregados e natureza do isolamento			
	3 PVC	2 PVC	3 XLPE	2 XLPE
<i>Condutores de cobre</i>				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677

Figura 92 – Correntes admissíveis método de referência D, adaptado do Quadro 52-C30 das RTIEBT [49].

Voltando à condição n.º 1,

$$I_B \leq I_N \leq I_Z [A] \rightarrow 79,40 A \leq 80 A \leq (113 \times 0,80) [A] \rightarrow 79,40 A \leq 80 A \leq 90,40 [A]$$

Garantido o cumprimento da condição n.º 1, deverá ainda ser confirmado o cumprimento da condição (2):

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z [A]$$

O valor da corrente convencional de funcionamento I_2 , para canalizações elétricas protegidas por fusíveis, é obtida através da seguinte expressão:

$$I_2 = 1,6 \times I_N [A] \tag{6}$$

Onde,

$$I_2 = 1,6 \times 80 = 128 A$$

Logo, voltando à condição n.º 2:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z [A] \rightarrow 128 \leq 131,08 [A]$$

Portanto, cumpridas as condições n.º 1 e 2, numa primeira análise podemos concluir que a canalização elétrica entre o ponto de entrega (portinhola) e o Q.PCVE será constituída por um cabo elétrico com uma secção de 16 mm², com isolamento do tipo XLPE, e protegido por um fusível de 80 A.

b. Dimensionamento das canalizações elétricas em função da queda de tensão

Para garantir que o cabo elétrico anteriormente definido é o mais adequado para a alimentação da instalação, deve ser determinado o valor da queda de tensão segundo as indicações das RTIEBT [49], garantido que o mesmo se encontra dentro dos valores definidos no quadro 520 das RTIEBT:

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3 %	5 %
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT ⁽¹⁾	6 %	8 %
(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.		

Figura 93 – Quedas de tensão máximas admissíveis, adaptado do Quadro 520 das RTIEBT [49].

A instalação em análise enquadra-se na primeira linha do quadro apresentado na figura 95, isto é, a instalação será alimentada eletricamente diretamente pela rede de distribuição pública em BT.

O valor da queda de tensão de uma canalização elétrica pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$U_{q.d.t} = b \times \left(\rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi \right) \times I_B \quad [V] \quad (7)$$

Onde,

- b: coeficiente igual a 1 para circuitos trifásicos e 2 para circuitos monofásicos;
- ρ_1 : resistividade dos condutores à temperatura de serviço normal, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ para o cobre e 0,036 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ para o alumínio);
- I_B : corrente de serviço em A;
- U_0 : tensão entre a fase e o neutro;
- S: secção dos condutores, expressa em mm^2 ;
- $\cos \varphi$: fator de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado o valor $\cos \varphi = 0,8$ e, conseqüentemente, $\sin \varphi = 0,6$);

- λ : reactância linear dos condutores (na falta de outras informações pode ser usado o valor de 0,08 m Ω /m).

Desta forma, substituindo o valor das variáveis na expressão (7), e assumindo um comprimento de aproximadamente 10 m para a canalização elétrica, obtemos o seguinte valor para a queda de tensão:

$$U_{q.d.t} = 1 \times \left(\left(0,0225 \times \frac{10}{16} \times 0,8 \right) + \left(\frac{0,08}{1000} \times 10 \times 0,6 \right) \right) \times 79,40 = 0,98 \text{ [V]}$$

Em percentagem,

$$U_{q.d.t} = 100 \times \frac{0,85}{230} = 0,43\%$$

Desta forma, podemos concluir que a canalização elétrica definida para a instalação cumpre com os requisitos determinados pela legislação em vigor e, por isso, pode ser utilizada na alimentação elétrica do PCVE.

c. Proteção contra curto-circuitos

Com o objetivo de tornar mais rigoroso o dimensionamento da canalização elétrica de baixa tensão, neste ponto será verificado se a instalação está protegida contra curtos-circuitos. Esta verificação exige o cálculo da corrente de curto-circuito (I_{CC}) máxima da instalação.

A proteção contra curto-circuitos das canalizações elétricas, é garantida se as características dos equipamentos de proteção respeitarem as seguintes condições:

Poder de corte:

$$I_{CC} \leq Pdc$$

Onde,

- Pdc: poder de corte, do equipamento de proteção.

Tempo de corte:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{s}{I_{CC}} \quad (8)$$

Onde,

- t: tempo, expresso em segundos, para curtos-circuitos até 5 segundos o tempo aproximado corresponde à elevação da temperatura do condutor ao seu

máximo admissível;

- s : secção dos condutores em mm^2 ;
- I_{CC} : corrente de curto-circuito em A, para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito;
- k : constante, variável em função do tipo de isolamento e da alma condutora.

Na figura 94 é ilustrado o ponto de onde será determinado o valor da corrente de circuito:

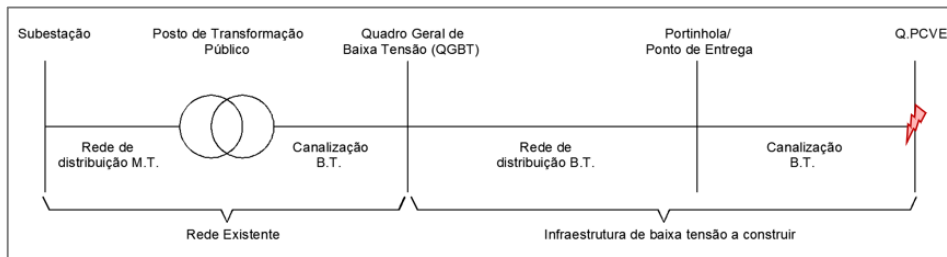


Figura 94 – Esquema unifilar com a identificação do ponto de defeito.

Para possibilitar o cálculo do valor da corrente de curto-circuito no final do esquema da figura 94, primeiramente será necessário determinar-se o valor das impedâncias a montante do defeito.

i. Impedância da rede a montante (subestação)

No cálculo da impedância da rede a montante do transformador pode desprezar-se a componente resistiva da impedância devido ao seu valor ser muito reduzido, quando comparado com o valor da reactância.

Na ausência de dados sobre a rede a montante da instalação que estamos a estudar, através da plataforma da empresa distribuidora E-REDES [54] é identificar a possível subestação onde tem origem a rede de distribuição:

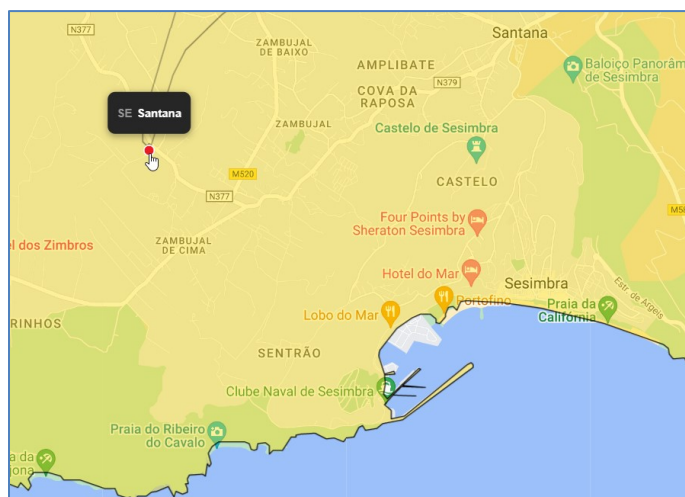


Figura 95 – Identificação da subestação “Santana”.

Na figura 95, está representada a subestação mais próxima da vila de Sesimbra, designada por: subestação “Santana”. Para o desenvolvimento deste estudo foi assumido que a rede de distribuição tem origem nesta subestação.

Ainda através da plataforma da E-REDES [54], é possível obter os seguintes dados sobre a subestação definida:

Subestação	Código	Localização
Santana	1511S5021000	Setúbal/ Sesimbra
Características da Rede	Carga na Subestação	Capacidade de Recepção
Relação de Transformação AT/MT 60/15 kV	Potência Instalada AT/MT 40,00 MVA	
Ponta 18,04 MW		
Potências de curto-circuito		
	Máxima:	Mínima:
AT 60 kV	899 MVA	411 MVA
MT 15 kV	299 MVA	145 MVA
Corrente de Curto-Circuito		
AT 60 kV	25,0 kA	
MT 15 kV	12,5 kA	
Regime de Neutro MT 15 kV Neutro ligado à terra por impedância limitadora		

Figura 96 – Informações da subestação “Santana”, retirados da Plataforma disponibilizada pela E-REDES.

Da figura 96 é possível identificar as características da rede importante para o cálculo da reactância da rede a montante, tais como: nível de tensão e as potências de curto-circuito máximas e mínimas da rede MT.

Sabendo o valor da potência de curto-circuito, o valor da reactância é obtido através da seguinte expressão:

$$X_{RM} = \frac{U_{MT}^2}{S_{CC \text{ máximo}}} [\Omega] \quad (9)$$

Onde,

- X_{RM} : valor da reactância da rede a montante;
- $S_{CC \text{ máximo}}$: valor máximo da potência de curto-circuito para a rede de média tensão, retirado dos dados da figura 96, sendo neste caso 299 MVA;
- U_{MT} : tensão da rede de média tensão, retirado dos dados da figura 96, sendo neste caso 15 kV.

Substituindo os valores na expressão 9:

$$X_{RM} = \frac{(15 \times 10^3)^2}{299 \times 10^6} = 0,75 [\Omega]$$

Visto que o ponto de defeito está localizado no lado do secundário do transformador de potência, conforme figura 94, logo é necessário reduzir a impedância do primário para o secundário do transformador através da seguinte expressão:

$$X'_{RM} = \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2 \times X_{RM} [\Omega] \quad (10)$$

Onde,

- X'_{RM} : valor da reactância da rede a montante, reduzida ao secundário do transformador;
- U_{BT} : tensão da rede de baixa tensão, ou seja, 400 V.

Substituindo os valores na expressão 10:

$$X'_{RM} = \left(\frac{400}{15 \times 10^3} \right)^2 \times 0,75 = 0,000533 [\Omega]$$

ii. Impedância do transformador de potência do PTD

Sobra o posto de transformação de distribuição onde terá origem a alimentação da nossa carga, será igualmente necessário determinar o valor da sua reactância. O valor da parte resistiva também poderá ser desprezado, conforme explicado anteriormente para a

rede a montante.

Posto isto, a reactância do transformador é dada pela seguinte expressão:

$$X_{TR} = \frac{U_{BT}^2}{S_n} \times \frac{U_{CC}}{100} \text{ [}\Omega\text{]} \quad (11)$$

Onde,

- X_{TR} : valor da reactância do transformador;
- U_{CC} : tensão de curto-circuito do transformador;
- S_n : potência nominal do transformador.

Visto não existirem informações sobre as características do transformador existente no posto de transformação, será seguido as indicações do ponto 803.2.4.1.1 das RTIEBT [49], ou seja:

- Potência do transformador: 630 kVA;
- Tensão de curto-circuito: 4% (para tensões de 10 kV ou 15 kV).

Substituindo os valores na expressão 11:

$$X_{TR} = \frac{400^2}{630 \times 10^3} \times \frac{4}{100} = 0,010159 \text{ [}\Omega\text{]}$$

iii. Impedância da canalização elétrica entre o transformador e o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGTB)

De modo a possibilitar a realização de um dimensionamento mais rigoroso, também será tido em conta a impedância do cabo elétrico que liga o secundário do transformador ao Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), para isso foram assumidos as seguintes características do cabo:

- $L = 10$ m, comprimento assumido para a canalização;
- $n = 3$, número de condutores em paralelo da mesma fase;
- $X_L = 0,08 \text{ }\Omega/\text{Km}$, reactância linear dos condutores (na falta de outras informações, para condutores em cobre, poderá ser utilizado o valor de $0,08 \text{ }\Omega/\text{Km}$);
- $s = 185 \text{ mm}^2$, secção do condutor de fase;
- $\rho_{min} = 0,0277 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, constante associada à resistividade do condutor de cobre.

Posto isto, a resistência e a reactância do cabo elétrico são obtidas pelas seguintes expressões:

$$R_{Cabo\ TR-QGBT} = \frac{1}{n} \times \rho \times \frac{L}{s} \quad [\Omega] \quad (12)$$

$$X_{Cabo\ TR-QGBT} = \frac{1}{n} \times X_L \times L \times 10^{-3} \quad [\Omega] \quad (13)$$

Substituindo os valores das variáveis nas expressões obtemos os seguintes valores:

$$R_{Cabo\ TR-QGBT} = \frac{1}{3} \times 0,0277 \times \frac{10}{185} = 0,000499 \quad [\Omega]$$

$$X_{Cabo\ TR-QGBT} = \frac{1}{3} \times 0,08 \times 10 \times 10^{-3} = 0,000267 \quad [\Omega]$$

Ou seja,

$$\bar{Z}_{Cabo\ TR-QGBT} = 0,000499 + j0,000267 \quad [\Omega]$$

iv. Impedância da canalização elétrica entre o QGBT e o ponto de entrega/portinhola

Para o cabo elétrico em análise, devem ser utilizadas as seguintes características:

- $L = 30$ m, comprimento assumido para a canalização;
- $n = 1$, número de condutores em paralelo da mesma fase;
- $X_L = 0,09 \ \Omega/\text{Km}$, reactância linear dos condutores (na falta de outras informações, para condutores em alumínio, poderá ser utilizado o valor de $0,09 \ \Omega/\text{Km}$);
- $s = 95 \text{ mm}^2$, secção do condutor de fase;
- $\rho_{min} = 0,036 \ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, constante associada à resistividade do condutor de alumínio.

Seguindo o mesmo método de cálculo utilizado no cálculo para a impedância do cabo anterior, são obtidos os seguintes valores para a impedância do cabo que interliga o QGBT e o ponto de entrega da carga em estudo:

$$R_{Cabo\ QGBT-Portinhola} = \frac{1}{1} \times 0,036 \times \frac{30}{95} = 0,011368 \quad [\Omega]$$

$$X_{Cabo\ QGBT-Portinhola} = \frac{1}{1} \times 0,09 \times 30 \times 10^{-3} = 0,0027 \quad [\Omega]$$

Ou seja,

$$\bar{Z}_{Cabo\ QGBT-Portinhola} = 0,011368 + j0,0027 \quad [\Omega]$$

v. Impedância da canalização elétrica entre a o ponto de entrega/portinhola e a carga em estudo (PCVE)

Por fim, deverá ser calculado o valor da impedância para o cabo que interliga o ponto de entrega à nossa carga, que neste caso será o quadro elétrico do PCVE.

Para o cabo elétrico em análise, devem ser utilizadas as seguintes características:

- $L = 10$ m, comprimento assumido para a canalização;
- $n = 1$, número de condutores em paralelo da mesma fase;
- $X_L = 0,08 \Omega/\text{Km}$, reactância linear dos condutores (na falta de outras informações, para condutores em cobre, poderá ser utilizado o valor de $0,08 \Omega/\text{Km}$);
- $s = 16 \text{ mm}^2$, secção do condutor de fase;
- $\rho_{min} = 0,0277 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, constante associada à resistividade do condutor de cobre.

Seguindo o mesmo método de cálculo utilizado no cálculo para a impedância do cabo anterior, são obtidos os seguintes valores para a impedância do cabo que interliga o ponto de entrega à carga em estudo:

$$R_{Cabo\ Portinhola-Q.PCVE} = \frac{1}{1} \times 0,0277 \times \frac{10}{16} = 0,017313 [\Omega]$$
$$X_{Cabo\ Portinhola-Q.PCVE} = \frac{1}{1} \times 0,08 \times 10 \times 10^{-3} = 0,0008 [\Omega]$$

Ou seja,

$$\bar{Z}_{Cabo\ Portinhola-Q.PCVE} = 0,017313 + j0,0008 [\Omega]$$

vi. Cálculo da corrente de curto-circuito

Com os valores das impedâncias a montante do curto-circuito calculadas, é possível determinar o valor da corrente de curto-circuito no ponto de defeito, conforme figura 94, através da seguinte expressão:

$$I_{\text{Ponto de defeito}} = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} * Z_{\text{montante}}} = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} * \sqrt{\sum R_{\text{montante}}^2 + \sum X_{\text{montante}}^2}} [A] \quad (14)$$

Substituindo os valores das impedâncias calculados anteriormente, na expressão 14, obtemos o seguinte valor para a corrente de curto-circuito:

$$I_{\text{Ponto de defeito}} = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} * \sqrt{(0,02918)^2 + (0,01446)^2}} = 7,10 [kA]$$

Para concluir esta análise, através do cálculo da corrente de curto-circuito, os equipamentos de proteção instalados no quadro elétrico do PCVE deverão ter um Pdc superior a 7,10 kA. Segundo os valores existente no mercado, os equipamentos de proteção deverão ter um Pdc de 10 kA ($\geq I_{cc}$).

Para finalizar, deverá ser confirmada a condição do tempo de corte através da expressão 8:

$$\sqrt{t} = K \times \frac{S}{I_{cc}} = 143 \times \frac{16}{7100} = 0,322$$

Ou seja,

$$t = \sqrt{0,322} = 0,57 \text{ s}$$

Como o tempo de corte é menor do que 5 segundos, a condição está verificada. Note-se que foi utilizado o valor de 143 para a constante k da expressão que, segundos o ponto 434.3.2 das RTIEBT [54], deve ser utilizado para cabos de cobre em polietileno reticulado.

RESUMO:

De seguida será apresentada uma tabela, com as canalizações de baixa tensão definidas nas diversas instalações aqui estudadas:

Tabela 20 – Resumo dos dimensionamentos dos cabos de baixa tensão realizados.

PCVE_R_1 (PTD 1511D2005300)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	120	55	79,4	100	Fúselvel	Vala	LSVAV 4x95	1,51
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúselvel	Tubo	XV-R4x16	1,94

PCVE_R_2 (Opção 1 - PTD 1511D2030500)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	30	55	79,4	100	Fúselvel	Vala	LSVAV 4x95	0,38
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúselvel	Tubo	XV-R4x16	0,80

PCVE_R_2 (Opção 2 - PTD 1511D2006500)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	80	55	79,4	100	Fúselvel	Vala	LSVAV 4x95	1,01
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúselvel	Tubo	XV-R4x16	1,43

PCVE_R_3 (Opção 1 - PTD 1511D2022900)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	390	55	79,4	100	Fúselvel	Vala	LSVAV 4x185	2,79
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúselvel	Tubo	XV-R4x16	3,222

PCVE_R_3 (Opção 2 - PTD 1511D20144)								
Rede a montante do ponto de entrega								
Circuito	Comprimento [m]	Potência [kVA]	Corrente IB [A]	Corrente IN [A]	Tipo de Proteção	Tipo de Instalação	Cabo	q.d.t. [%]
Q.GBT - Ponto de entrega	327	55	79,4	100	Fúselvel	Vala	LSVAV 4x185	2,34
Rede a jusante do ponto de entrega								
Ponto de entrega - Q.PCVE	10	55	79,4	80	Fúselvel	Tubo	XV-R4x16	2,77

Apêndice V - Estimativas Orçamentais das instalações

No presente apêndice serão apresentadas as estimativas orçamentais elaboradas para as instalações dos postos de carregamento rápidos previstos para a vila de Sesimbra.

De realçar que na elaboração das estimativas orçamentais de seguida apresentadas, foi tido em conta o valor do custo da aquisição dos postos de carregamento rápidos facultado pelo respetivo fornecedor. A esse custo foi incrementado um coeficiente de 30%, para estimar algum custo associado à instalação do equipamento, ou seja, o custo associado à mão de obra.

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PCVE_R_1)

COD CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UN.	QUANT.	P. UNITÁRIO	P. PARCIAIS
01	POSTO DE CARREGAMENTO RÁPIDO PCVE_R_1 - VILA DE SESIMBRA, CENTRO DE SAÚDE INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
01.01	INFRAESTRUTURAS E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE (MONTANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.01.01	ALIMENTADORES				
01.01.01.01	Intervenção em quadro elétrico existente em posto de transformação de distribuição (QGBT), para colocação de proteção no circuito de alimentação ao posto de carregamento, incluindo todos os acessórios e materiais necessários para a sua correta execução.	vg	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.01.01.02	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocos da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.01.01.02.01	Cabos enterrados diretamente no solo:				
01.01.01.02.01.01	LSVAV 4x95	m	120,00	21,00 €	2 519,40 €
01.01.02	VALAS				
01.01.02.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.01.02.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	120,00	20,00 €	2 400,00 €
01.02	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (A JUSANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.02.01	EQUIPAMENTOS				
01.02.01.01	Fornecimento e instalação de equipamento de carregamento rápido, constituído por duas tomadas modo 4 (CHAdEMO e CCS).	un	1,00	26 000,00 €	26 000,00 €
01.02.02	ALIMENTADORES				
01.02.02.01	Execução de murete em alvenaria, para implantação de Portinhola, Caixa de Contagem de Energia e Caixa para alojamento de TI's, ou outro conjunto de quadros, com as dimensões indicadas na respetiva peça desenhada.	un	1,00	450,00 €	450,00 €
01.02.02.02	Fornecimento e instalação de portinhola P100, equipada com 3 fusíveis de 80 A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	149,50 €	149,50 €
01.02.02.03	Fornecimento e instalação de caixa para equipamento de contagem de energia tipo A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	386,23 €	386,23 €
01.02.02.04	Fornecimento e instalação de caixa para alojamento de TI's, composta por barramentos em cobre de secção adequada às correntes envolvidas (Classe II de Isolamento).	un	1,00	223,99 €	223,99 €
01.02.02.05	Fornecimento e instalação de ligador amovível.	un	1,00	50,00 €	50,00 €
01.02.02.06	Fornecimento e instalação de eletrodo de terra, em número de varetas que se verifique necessárias para obter o valor de terra desejável, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	104,00 €	104,00 €
01.02.02.07	Fornecimento de armário de passeio, para instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), incluído o fornecimento e instalação do maciço do respetivo armário, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 434,63 €	1 434,63 €

01.02.02.08	Fornecimento e instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), no interior de armário técnico de passeio, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02.02.09	Fornecimento, instalação e colocação em serviço de botoneira de corte de energia instalada na lateral exterior do armário de passeio, incluindo placa identificadora fotoluminescente, colocada sobre a mesma (CORTE GERAL ENERGIA).	un	1,00	300,00 €	300,00 €
01.02.02.10	Fornecimento e instalação de tubos enterrados, embebidos na laje, em roço na parede ou estabelecidos sobre braçadeiras (abraçadeiras incluídas):				
01.02.02.10.01	Tubos enterrados:				
01.02.02.10.01.01	PEAD 40mm	m	10,00	1,11 €	11,05 €
01.02.02.10.01.02	PEAD 63mm	m	10,00	1,66 €	16,64 €
01.02.02.11	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocos da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.02.02.11.01	Cabos enterrados protegidos por tubos:				
01.02.02.11.01.01	XV-R4x16	m	10,00	14,51 €	145,08 €
01.02.02.11.01.02	H07V-RG25	m	10,00	7,37 €	73,71 €
01.02.03	VALAS				
01.02.03.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.02.03.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	10,00	20,00 €	200,00 €
01.02.04	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO				
01.02.04.01	Fornecimento e instalação de sistema de comunicação entre o posto de carregamento e a rede de mobilidade elétrica (EGME - MOBI.E).	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02	DIVERSOS				
01.02.01	Contactos e pagamento de taxas nas respetivas entidades para realização das certificações necessárias após conclusão da instalação.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.02	Realização de desenhos de obra e de integração.	un	1,00	250,00 €	250,00 €
01.02.03	Trabalhos de construção civil inerentes à execução da empreitada.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.04	Todos os meios auxiliares inerentes à execução da empreitada, nomeadamente:				
01.02.05.01	Transporte dos equipamentos até ao local da obra e respetivo seguro;	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.05.02	Seguro do pessoal em obra.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.06	Testes, ensaios e respetivos relatórios das instalações nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.07	Produção e fornecimento de documentação nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.08	Formação teórico-prática do pessoal a designar pelo Dono da Obra sobre a operação da instalação, nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.09	Prestação de assistência técnica ao Dono de Obra durante o período de garantia (cinco anos), nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
TOTAL					41 714,23 €

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PCVE_R_2 – OPÇÃO 1)

COD CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UN.	QUANT.	P. UNITÁRIO	P. PARCIAIS
01	POSTO DE CARREGAMENTO RÁPIDO PCVE_R_2 - VILA DE SESIMBRA, MARGINAL NASCENTE (OPÇÃO 1)				
	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
01.01	INFRAESTRUTURAS E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE (MONTANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.01.01	ALIMENTADORES				
01.01.01.01	Intervenção em quadro elétrico existente em posto de transformação de distribuição (QGBT), para colocação de proteção no circuito de alimentação ao posto de carregamento, incluindo todos os acessórios e materiais necessários para a sua correta execução.	vg	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.01.01.02	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocios da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.01.01.02.01	Cabos enterrados diretamente no solo:				
01.01.01.02.01.01	LSVAV 4x95	m	30,00	21,00 €	629,85 €
01.01.02	VALAS				
01.01.02.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.01.02.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	30,00	20,00 €	600,00 €
01.02	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (A JUSANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.02.01	EQUIPAMENTOS				
01.02.01.01	Fornecimento e instalação de equipamento de carregamento rápido, constituído por duas tomadas modo 4 (CHAdEMO e CCS).	un	1,00	26 000,00 €	26 000,00 €
01.02.02	ALIMENTADORES				
01.02.02.01	Execução de murete em alvenaria, para implantação de Portinhola, Caixa de Contagem de Energia e Caixa para alojamento de TI's, ou outro conjunto de quadros, com as dimensões indicadas na respetiva peça desenhada.	un	1,00	450,00 €	450,00 €
01.02.02.02	Fornecimento e instalação de portinhola P100, equipada com 3 fusíveis de 80 A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	149,50 €	149,50 €
01.02.02.03	Fornecimento e instalação de caixa para equipamento de contagem de energia tipo A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	386,23 €	386,23 €
01.02.02.04	Fornecimento e instalação de caixa para alojamento de TI's, composta por barramentos em cobre de secção adequada às correntes envolvidas (Classe II de Isolamento).	un	1,00	223,99 €	223,99 €
01.02.02.05	Fornecimento e instalação de ligador amovível.	un	1,00	50,00 €	50,00 €
01.02.02.06	Fornecimento e instalação de eletrodo de terra, em número de varetas que se verifique necessárias para obter o valor de terra desejável, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	104,00 €	104,00 €
01.02.02.07	Fornecimento de armário de passeio, para instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), incluído o fornecimento e instalação do maciço do respetivo armário, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 434,63 €	1 434,63 €

01.02.02.08	Fornecimento e instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), no interior de armário técnico de passeio, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02.02.09	Fornecimento, instalação e colocação em serviço de botoneira de corte de energia instalada na lateral exterior do armário de passeio, incluindo placa identificadora fotoluminescente, colocada sobre a mesma (CORTE GERAL ENERGIA).	un	1,00	300,00 €	300,00 €
01.02.02.10	Fornecimento e instalação de tubos enterrados, embebidos na laje, em roço na parede ou estabelecidos sobre braçadeiras (abraçadeiras incluídas):				
01.02.02.10.01	Tubos enterrados:				
01.02.02.10.01.01	PEAD 40mm	m	10,00	1,11 €	11,05 €
01.02.02.10.01.02	PEAD 63mm	m	10,00	1,66 €	16,64 €
01.02.02.11	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocios da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.02.02.11.01	Cabos enterrados protegidos por tubos:				
01.02.02.11.01.01	XV-R4x16	m	10,00	14,51 €	145,08 €
01.02.02.11.01.02	H07V-RG25	m	10,00	7,37 €	73,71 €
01.02.03	VALAS				
01.02.03.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.02.03.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	10,00	20,00 €	200,00 €
01.02.04	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO				
01.02.04.01	Fornecimento e instalação de sistema de comunicação entre o posto de carregamento e a rede de mobilidade elétrica (EGME - MOBI.E).	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02	DIVERSOS				
01.02.01	Contactos e pagamento de taxas nas respetivas entidades para realização das certificações necessárias após conclusão da instalação.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.02	Realização de desenhos de obra e de integração.	un	1,00	250,00 €	250,00 €
01.02.03	Trabalhos de construção civil inerentes à execução da empreitada.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.04	Todos os meios auxiliares inerentes à execução da empreitada, nomeadamente:				
01.02.05.01	Transporte dos equipamentos até ao local da obra e respetivo seguro;	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.05.02	Seguro do pessoal em obra.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.06	Testes, ensaios e respetivos relatórios das instalações nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.07	Produção e fornecimento de documentação nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.08	Formação teórico-prática do pessoal a designar pelo Dono da Obra sobre a operação da instalação, nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.09	Prestação de assistência técnica ao Dono de Obra durante o período de garantia (cinco anos), nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
TOTAL				38 024,68 €	

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PCVE_R_2 – IOÇÃO 2)

COD CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UN.	QUANT.	P. UNITÁRIO	P. PARCIAIS
01	POSTO DE CARREGAMENTO RÁPIDO PCVE_R_2 - VILA DE SESIMBRA, MARGINAL NASCENTE (OPÇÃO 2)				
	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
01.01	INFRAESTRUTURAS E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE (MONTANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.01.01	ALIMENTADORES				
01.01.01.01	Intervenção em quadro elétrico existente em posto de transformação de distribuição QGBT), para colocação de proteção no circuito de alimentação ao posto de carregamento, incluindo todos os acessórios e materiais necessários para a sua correta execução.	vg	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.01.01.02	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocios da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.01.01.02.01	Cabos enterrados diretamente no solo:				
01.01.01.02.01.01	LSVAV 4x95	m	80,00	21,00 €	1 679,60 €
01.01.02	VALAS				
01.01.02.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.01.02.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	80,00	20,00 €	1 600,00 €
01.02	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (A JUSANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.02.01	EQUIPAMENTOS				
01.02.01.01	Fornecimento e instalação de equipamento de carregamento rápido, consituido por duas tomadas modo 4 (CHAdEMO e CCS).	un	1,00	26 000,00 €	26 000,00 €
01.02.02	ALIMENTADORES				
01.02.02.01	Execução de murete em alvenaria, para implantação de Portinhola, Caixa de Contagem de Energia e Caixa para alojamento de TI's, ou outro conjunto de quadros, com as dimensões indicadas na respetiva peça desenhada.	un	1,00	450,00 €	450,00 €
01.02.02.02	Fornecimento e instalação de portinhola P100, equipada com 3 fusíveis de 80 A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	149,50 €	149,50 €
01.02.02.03	Fornecimento e instalação de caixa para equipamento de contagem de energia tipo A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	386,23 €	386,23 €
01.02.02.04	Fornecimento e instalação de caixa para alojamento de TI's, composta por barramentos em cobre de secção adequada às correntes envolvidas (Classe II de Isolamento).	un	1,00	223,99 €	223,99 €
01.02.02.05	Fornecimento e instalação de ligador amovível.	un	1,00	50,00 €	50,00 €
01.02.02.06	Fornecimento e instalação de eléctrodo de terra, em número de varetas que se verifique necessárias para obter o valor de terra desejável, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	104,00 €	104,00 €
01.02.02.07	Fornecimento de armário de passeio, para instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), incluído o fornecimento e instalação do maciço do respetivo armário, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 434,63 €	1 434,63 €

01.02.02.08	Fornecimento e instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), no interior de armário técnico de passeio, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02.02.09	Fornecimento, instalação e colocação em serviço de botoneira de corte de energia instalada na lateral exterior do armário de passeio, incluindo placa identificadora fotoluminescente, colocada sobre a mesma (CORTE GERAL ENERGIA).	un	1,00	300,00 €	300,00 €
01.02.02.10	Fornecimento e instalação de tubos enterrados, embebidos na laje, em roço na parede ou estabelecidos sobre braçadeiras (abraçadeiras incluídas):				
01.02.02.10.01	Tubos enterrados:				
01.02.02.10.01.01	PEAD 40mm	m	10,00	1,11 €	11,05 €
01.02.02.10.01.02	PEAD 63mm	m	10,00	1,66 €	16,64 €
01.02.02.11	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocos da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.02.02.11.01	Cabos enterrados protegidos por tubos:				
01.02.02.11.01.01	XV-R4x16	m	10,00	14,51 €	145,08 €
01.02.02.11.01.02	H07V-RG25	m	10,00	7,37 €	73,71 €
01.02.03	VALAS				
01.02.03.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.02.03.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	10,00	20,00 €	200,00 €
01.02.04	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO				
01.02.04.01	Fornecimento e instalação de sistema de comunicação entre o posto de carregamento e a rede de mobilidade elétrica (EGME - MOBI.E).	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02	DIVERSOS				
01.02.01	Contactos e pagamento de taxas nas respetivas entidades para realização das certificações necessárias após conclusão da instalação.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.02	Realização de desenhos de obra e de integração.	un	1,00	250,00 €	250,00 €
01.02.03	Trabalhos de construção civil inerentes à execução da empreitada.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.04	Todos os meios auxiliares inerentes à execução da empreitada, nomeadamente:				
01.02.05.01	Transporte dos equipamentos até ao local da obra e respetivo seguro;	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.05.02	Seguro do pessoal em obra.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.06	Testes, ensaios e respetivos relatórios das instalações nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.07	Produção e fornecimento de documentação nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.08	Formação teórico-prática do pessoal a designar pelo Dono da Obra sobre a operação da instalação, nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.09	Prestação de assistência técnica ao Dono de Obra durante o período de garantia (cinco anos), nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
TOTAL				40 074,43 €	

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PCVE_R_3 – OPÇÃO 1)

COD CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UN.	QUANT.	P. UNITÁRIO	P. PARCIAIS
01	POSTO DE CARREGAMENTO RÁPIDO PCVE_R_3 - VILA DE SESIMBRA, MARGINAL POENTE (OPÇÃO 1)				
	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				
01.01	INFRAESTRUTURAS E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE (MONTANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.01.01	ALIMENTADORES				
01.01.01.01	Intervenção em quadro elétrico existente em posto de transformação de distribuição (QGBT), para colocação de proteção no circuito de alimentação ao posto de carregamento, incluindo todos os acessórios e materiais necessários para a sua correta execução.	vg	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.01.01.02	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocios da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.01.01.02.01	Cabos enterrados diretamente no solo:				
01.01.01.02.01.01	LSVAV 4x185	m	327,00	29,25 €	9 564,75 €
01.01.02	VALAS				
01.01.02.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.01.02.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobretantes para vazadouro.	m	327,00	20,00 €	6 540,00 €
01.02	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (A JUSANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.02.01	EQUIPAMENTOS				
01.02.01.01	Fornecimento e instalação de equipamento de carregamento rápido, constituído por duas tomadas modo 4 (CHAdEMO e CCS).	un	1,00	26 000,00 €	26 000,00 €
01.02.02	ALIMENTADORES				
01.02.02.01	Execução de murete em alvenaria, para implantação de Portinhola, Caixa de Contagem de Energia e Caixa para alojamento de TI's, ou outro conjunto de quadros, com as dimensões indicadas na respetiva peça desenhada.	un	1,00	450,00 €	450,00 €
01.02.02.02	Fornecimento e instalação de portinhola P100, equipada com 3 fusíveis de 80 A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	149,50 €	149,50 €
01.02.02.03	Fornecimento e instalação de caixa para equipamento de contagem de energia tipo A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	386,23 €	386,23 €
01.02.02.04	Fornecimento e instalação de caixa para alojamento de TI's, composta por barramentos em cobre de secção adequada às correntes envolvidas (Classe II de Isolamento).	un	1,00	223,99 €	223,99 €
01.02.02.05	Fornecimento e instalação de ligador amovível.	un	1,00	50,00 €	50,00 €
01.02.02.06	Fornecimento e instalação de eletrodo de terra, em número de varetas que se verifique necessárias para obter o valor de terra desejável, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	104,00 €	104,00 €

01.02.02.07	Fornecimento de armário de passeio, para instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), incluído o fornecimento e instalação do maciço do respetivo armário, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 434,63 €	1 434,63 €
01.02.02.08	Fornecimento e instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), no interior de armário técnico de passeio, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02.02.09	Fornecimento, instalação e colocação em serviço de botoneira de corte de energia instalada na lateral exterior do armário de passeio, incluindo placa identificadora fotoluminescente, colocada sobre a mesma (CORTE GERAL ENERGIA).	un	1,00	300,00 €	300,00 €
01.02.02.10	Fornecimento e instalação de tubos enterrados, embebidos na laje, em roço na parede ou estabelecidos sobre braçadeiras (abraçadeiras incluídas):				
01.02.02.10.01	Tubos enterrados:				
01.02.02.10.01.01	PEAD 40mm	m	10,00	1,11 €	11,05 €
01.02.02.10.01.02	PEAD 63mm	m	10,00	1,66 €	16,64 €
01.02.02.11	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nosocos da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.02.02.11.01	Cabos enterrados protegidos por tubos:				
01.02.02.11.01.01	XV-R4x16	m	10,00	14,51 €	145,08 €
01.02.02.11.01.02	H07V-RG25	m	10,00	7,37 €	73,71 €
01.02.03	VALAS				
01.02.03.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.02.03.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobranes para vazadouro.	m	10,00	20,00 €	200,00 €
01.02.04	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO				
01.02.04.01	Fornecimento e instalação de sistema de comunicação entre o posto de carregamento e a rede de mobilidade elétrica (EGME - MOBI.E).	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02	DIVERSOS				
01.02.01	Contactos e pagamento de taxas nas respetivas entidades para realização das certificações necessárias após conclusão da instalação.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.02	Realização de desenhos de obra e de integração.	un	1,00	250,00 €	250,00 €
01.02.03	Trabalhos de construção civil inerentes à execução da empreitada.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.04	Todos os meios auxiliares inerentes à execução da empreitada, nomeadamente:				
01.02.05.01	Transporte dos equipamentos até ao local da obra e respetivo seguro;	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.05.02	Seguro do pessoal em obra.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.06	Testes, ensaios e respetivos relatórios das instalações nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.07	Produção e fornecimento de documentação nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.08	Formação teórico-prática do pessoal a designar pelo Dono da Obra sobre a operação da instalação, nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.09	Prestação de assistência técnica ao Dono de Obra durante o período de garantia (cinco anos), nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
TOTAL				53 899,58 €	

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL (PCVE_R_3 – OPÇÃO 2)

COD CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UN.	QUANT.	P. UNITÁRIO	P. PARCIAIS
01	POSTO DE CARREGAMENTO RÁPIDO PCVE_R_3 - VILA DE SESIMBRA, MARGINAL POENTE (OPÇÃO 1)				
01.01	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS INFRAESTRUTURAS E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE (MONTANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.01.01	ALIMENTADORES				
01.01.01.01	Intervenção em quadro elétrico existente em posto de transformação de distribuição (QGBT), para colocação de proteção no circuito de alimentação ao posto de carregamento, incluindo todos os acessórios e materiais necessários para a sua correta execução.	vg	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.01.01.02	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocios da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.01.01.02.01	Cabos enterrados diretamente no solo:				
01.01.01.02.01.01	LSVAV 4x185	m	327,00	29,25 €	9 564,75 €
01.01.02	VALAS				
01.01.02.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.01.02.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobrantes para vazadouro.	m	327,00	20,00 €	6 540,00 €
01.02	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (A JUSANTE DO PONTO DE ENTREGA)				
01.02.01	EQUIPAMENTOS				
01.02.01.01	Fornecimento e instalação de equipamento de carregamento rápido, constituído por duas tomadas modo 4 (CHAdEMO e CCS).	un	1,00	26 000,00 €	26 000,00 €
01.02.02	ALIMENTADORES				
01.02.02.01	Execução de murete em alvenaria, para implantação de Portinhola, Caixa de Contagem de Energia e Caixa para alojamento de TI's, ou outro conjunto de quadros, com as dimensões indicadas na respetiva peça desenhada.	un	1,00	450,00 €	450,00 €
01.02.02.02	Fornecimento e instalação de portinhola P100, equipada com 3 fusíveis de 80 A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	149,50 €	149,50 €
01.02.02.03	Fornecimento e instalação de caixa para equipamento de contagem de energia tipo A (Classe II de Isolamento).	un	1,00	386,23 €	386,23 €
01.02.02.04	Fornecimento e instalação de caixa para alojamento de TI's, composta por barramentos em cobre de secção adequada às correntes envolvidas (Classe II de Isolamento).	un	1,00	223,99 €	223,99 €
01.02.02.05	Fornecimento e instalação de ligador amovível.	un	1,00	50,00 €	50,00 €
01.02.02.06	Fornecimento e instalação de eléctrodo de terra, em número de varetas que se verifique necessárias para obter o valor de terra desejável, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	104,00 €	104,00 €
01.02.02.07	Fornecimento de armário de passeio, para instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), incluído o fornecimento e instalação do maciço do respetivo armário, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 434,63 €	1 434,63 €

01.02.02.08	Fornecimento e instalação de quadro elétrico (Q.PCVE), no interior de armário técnico de passeio, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	un	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02.02.09	Fornecimento, instalação e colocação em serviço de botoneira de corte de energia instalada na lateral exterior do armário de passeio, incluindo placa identificadora fotoluminescente, colocada sobre a mesma (CORTE GERAL ENERGIA).	un	1,00	300,00 €	300,00 €
01.02.02.10	Fornecimento e instalação de tubos enterrados, embebidos na laje, em roço na parede ou estabelecidos sobre braçadeiras (abraçadeiras incluídas):				
01.02.02.10.01	Tubos enterrados:				
01.02.02.10.01.01	PEAD 40mm	m	10,00	1,11 €	11,05 €
01.02.02.10.01.02	PEAD 63mm	m	10,00	1,66 €	16,64 €
01.02.02.11	Fornecimento e instalação de cabos ou condutores enterrados e protegidos por tubo (tubos não incluídos), estabelecidos à vista sobre braçadeiras e protegidos por tubos ocultos em teto falso ou nos ocos da construção (abraçadeiras e tubos não incluídos), embebidos na laje ou na parede:				
01.02.02.11.01	Cabos enterrados protegidos por tubos:				
01.02.02.11.01.01	XV-R4x16	m	10,00	14,51 €	145,08 €
01.02.02.11.01.02	H07V-RG25	m	10,00	7,37 €	73,71 €
01.02.03	VALAS				
01.02.03.01	Sondagens em terrenos existentes, de modo a garantir que as aberturas de valas possam ser realizadas sem quaisquer danos a infraestruturas/ instalações existentes, incluindo todos os acessórios necessários à sua instalação.	vg	1,00	500,00 €	500,00 €
01.02.03.02	Abertura e selagem de vala, para instalação do tubo PEAD no exterior, incluindo o transporte de terras sobrantes para vazadouro.	m	10,00	20,00 €	200,00 €
01.02.04	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO				
01.02.04.01	Fornecimento e instalação de sistema de comunicação entre o posto de carregamento e a rede de mobilidade elétrica (EGME - MOBI.E).	vg	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
01.02	DIVERSOS				
01.02.01	Contactos e pagamento de taxas nas respetivas entidades para realização das certificações necessárias após conclusão da instalação.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.02	Realização de desenhos de obra e de integração.	un	1,00	250,00 €	250,00 €
01.02.03	Trabalhos de construção civil inerentes à execução da empreitada.	un	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
01.02.04	Todos os meios auxiliares inerentes à execução da empreitada, nomeadamente:				
01.02.05.01	Transporte dos equipamentos até ao local da obra e respetivo seguro;	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.05.02	Seguro do pessoal em obra.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.06	Testes, ensaios e respetivos relatórios das instalações nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.07	Produção e fornecimento de documentação nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.08	Formação teórico-prática do pessoal a designar pelo Dono da Obra sobre a operação da instalação, nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
01.02.09	Prestação de assistência técnica ao Dono de Obra durante o período de garantia (cinco anos), nas condições do projeto.	un	1,00	INCLUINDO	
TOTAL					53 899,58 €