



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

Desenvolvimento e licenciamento de projetos fotovoltaicos – Estágio Sunenergy

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em
Sistemas de Energia

Autor

Beatriz Santos Faria Lopes

Orientadores

Professor Doutor Adelino Jorge Coelho Pereira /

Professora Doutora Rita Manuela da Fonseca Monteiro Pereira

Supervisor na empresa ORIGINAL SUNENERGY LDA

Engenheiro Paulino Oliveira

Coimbra, Abril de 2024



INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA

*“What is not started,
Will never get finished”*

Johann Wolfgang Von Goethe

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostava de agradecer aos meus pais, Isabel Lopes e António Lopes que através da sua educação me possibilitaram ser uma pessoa mais atenta ao próximo e humilde, por me apoiarem sempre nas minhas escolhas e me incentivarem a progredir os estudos.

Aos meus irmãos, Inês Lopes e João Lopes por me ajudarem a ter uma visão mais serena nos momentos mais complicados da vida.

As minhas avós e ao seu amor infinito, fé, sabedoria e força que me permitiram ser a pessoa que sou hoje.

A *SunEnergy*®, mais precisamente ao Dr. Raul Santos e Engenheiro Paulino Oliveira por me terem integrado na sua equipa e proporcionado esta experiência.

Aos meus colegas do departamento de engenharia, especialmente ao Engenheiro Pedro Toscano e Engenheiro Alexandre Xavier que com a sua partilha e ajuda, me proporcionaram uma melhor aprendizagem.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Adelino Pereira e Professora Doutora Rita Pereira pela sua disponibilidade e paciência ao longo deste estágio.

Por fim, agradeço aos meus grandes amigos de faculdade, João Moita, Ruben Lopes, Ricardo Filipe, Bruno Esteves, Félix Rocha, Mara Reis e Liliana Silva que estiveram presentes nas mais diversas aventuras ao longo destes 6 anos, e que permaneceram nos bons e maus momentos, incentivando-me a chegar onde estou hoje.

A todos o mais sincero obrigada!

RESUMO

O atual relatório surge no âmbito da componente de “estágio curricular” introduzida no mestrado em engenharia eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Nos últimos anos, a sociedade começou a apostar cada vez mais nas energias renováveis de modo a poder chegar às metas pretendidas para a descarbonização total. Neste trabalho, é abordada especificamente a energia solar fotovoltaica que tem vindo a evoluir bastante ao longo dos últimos anos, tal como a sua utilização.

O presente trabalho apresenta diferentes processos concretizados durante o estágio na empresa *Original Sunenergy* Lda que decorreu de setembro de 2022 a junho de 2023 tendo por base o desenvolvimento de projeto, orçamentação de sistemas fotovoltaicos e o licenciamento de sistemas fotovoltaicos no portal da Direção Geral de Energia e Geologia.

A empresa *Original Sunenergy* Lda é especializada em ofertas de soluções baseadas em energias renováveis tanto para clientes particulares como para empresas, acompanhando o cliente desde a primeira visita ao local até ao fim do licenciamento da obra.

O estágio permitiu fortalecer conhecimentos sobre sistemas solares fotovoltaicos a partir do desenvolvimento de projetos fotovoltaicos a nível residencial, com e sem baterias e a nível industrial. Para além da execução de projetos, também foi possível perceber os seus diferentes processos de licenciamento.

Concluindo, o estágio curricular permitiu colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo dos últimos anos, em estudos de casos reais.

Palavras-chave: energias renováveis; energia solar fotovoltaica; licenciamento; sistemas solares fotovoltaicos.

ABSTRACT

The current report appears within the scope of the component of “internship” introduced in the master’s degree in electrical engineering of the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

In recent years, society has begun to invest more and more in renewable energy in order to reach the desired goals for total decarbonization. This work focuses precisely on photovoltaic solar energy, which has evolved significantly over the last few years, as well as its use.

This work presents different processes carried out during the internship at the company *Original Sunenergy*, Lda, which took place from September 2022 to June 2023. This paper is based on the development of project and budgets for photovoltaic systems and the licensing of photovoltaic systems on the portal of the Direção Geral de Energia e Geologia.

The company *Original Sunenergy* Lda specializes in offering solutions based on renewable energy for both private clients and companies, supporting the client from the first visit to the site until the end of the licensing.

The internship allowed the student to strengthen knowledge about solar photovoltaic systems through the development of photovoltaic projects at a residential level with and without batteries system and at an industrial level. In addition to project execution, it was also possible to understand the difference licensing processes.

In conclusion, the curricular internship allowed the student to put into practice the knowledge acquired over the last few years, in real case studies.

Keywords: licensing; photovoltaic solar energy; photovoltaic solar systems; renewable energy.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice de figuras e tabelas.....	x
Símbolos e abreviaturas	xii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.1.1 Evolução da Potência Instalada em Portugal Continental	2
1.1.2 Evolução da produção de energia renovável	3
1.1.3 Potência instalada e energia fotovoltaica produzida em Portugal Continental	4
1.2 Objetivos	7
1.3 Estrutura.....	7
2. Sunenergy.....	9
2.1 Visão, valores e missão	9
2.2 Estrutura organizacional da empresa.....	10
2.3 Desempenho no mercado	11
3. Tecnologias de Sistemas Fotovoltaicos.....	13
3.1 Constituição geral de um sistema fotovoltaico.....	13
3.2 Painéis fotovoltaicos	14
3.2.1 Células monocristalinas	16
3.2.2 Células policristalinas	16
3.2.3 Curva característica das células fotovoltaicas.....	17
3.3 Tipos de ligação entre painéis fotovoltaicos	20
3.4 Efeitos de sombreamento e orientação ideal.....	22
3.5 Ranking Bloomberg	23
3.6 Inversor	24
3.7 Baterias	27
3.8 Regulador de carga	28
4 Ligações à rede.....	29
5. Projetos desenvolvidos durante o estágio	35
5.1 Contacto com o cliente.....	35

5.2	Visita ao local.....	36
5.3	Proposta.....	38
5.3.1	Kits de autoconsumo	38
5.3.1.1	Dimensionamento de um kit de autoconsumo	40
5.3.1.2	Dimensionamento de um autoconsumo com baterias	42
5.3.2	Dimensionamento de uma UPAC	44
5.3.3	UPAC em dimensionamento	48
6	Registo das unidades de produção para autoconsumo	53
6.1	Registo de uma MCP de cliente particular	54
6.2	Registo de uma MCP de cliente empresarial.....	59
6.3	Registo de uma UPAC.....	62
6.4	Alteração do Registo de um autoconsumo	66
6.4.1	Alteração de titularidade.....	66
6.4.2	Conversão de micro para MCP	67
6.4.3	Alteração de potência.....	67
6.4.4	Pedido de rescisão de UPAC.....	68
6.4.5	Pedido de alteração de titularidade por óbito	68
7.	Conclusões.....	69
	Referências	71
	ANEXO A – Identificação do Projeto.....	74
	ANEXO B – Termo de responsabilidade pelo Projeto	75
	ANEXO C – ESQUEMA QUADRO FOTOVOLTAICO.....	76
	ANEXO D - Esquema unifilar da instalação	77
	ANEXO E- Strings.....	78
	ANEXO F- Zona Técnica	79
	ANEXO G- Minuta alteração de titular de registo.....	80
	ANEXO H – Minuta de rescisão de uma microprodução	81
	ANEXO I – Pedido de rescisão de Unidade de Autoconsumo.....	82
	ANEXO J- Minuta alteração de titularidade por óbito	83

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1- Potência instalada em Portugal Continental (DGEG, ,2023)	2
Figura 2-Evolução da produção de eletricidade por fonte em Portugal (APREN, 2022).....	3
Figura 3-Balanço de produção de eletricidade em 2022 (APREN, 2022)	4
Figura 4-Referente à energia produzida por região (DGEG, 2022)	6
Figura 5-Referente à potência instalada por região (DGEG, 2022).....	6
Figura 6-Logotipo da empresa (Sunenergy, 2022).....	9
Figura 7-Estrutura organizacional	11
Figura 8-Corrente continua e alternada (Solar, s.d.).....	13
Figura 9-Constituição de um sistema fotovoltaico (EnergiasMadeira, s.d.)	14
Figura 10-Funcionamento da célula fotovoltaica (Vivienda, 2019).....	15
Figura 11-Célula monocristalina (NeoSolar, s.d.)	16
Figura 12-Célula policristalina (NeoSolar, s.d.).....	17
Figura 13-Curva I-V e P-V (electronics.se, s.d.)	19
Figura 14-Ligação em série.....	21
Figura 15- Ligação em paralelo (e4ER, ,2018)	21
Figura 16-Sombreamento (Energy, s.d.).....	22
Figura 17- <i>grid tie system</i> (Sunenergy, 2022).....	26
Figura 18- <i>off grid system</i> (BlueSol,, 2023)	26
Figura 19-Compatibilidade de baterias por marca.....	28
Figura 20-Esquema de ligação UPAC (E-REDES, s.d.)	31
Figura 21-Altura do edifício	37
Figura 22-Tipo de estrutura.....	37
Figura 23-Zona técnica	38
Figura 24-Preço kits de autoconsumo para instalações monofásicas (Sunenergy, 2022).....	39
Figura 25-Preço kits de autoconsumo para instalações trifásicas (Sunenergy, 2022)	39
Figura 26-Preço kits de autoconsumo para instalações monofásicas com baterias (Sunenergy, 2022)	39

Figura 27-Preço kits de autoconsumo para instalações trifásicas com baterias (Sunenergy, 2022)	40
Figura 28-Consumo mensal do cliente	41
Figura 29-Produção do PV no PVGIS	42
Figura 30-Consumo mensal do cliente	43
Figura 31-Consumo mensal do cliente	45
Figura 32- Produção do PV no PVGIS.....	45
Figura 33-Dimensionamento PVSOL	46
Figura 34-Consumo mensal do cliente	49
Figura 35-Edifício água sudeste.....	50
Figura 36- Edifício água noroeste	50
Figura 37-Processo de licenciamento de uma MCP.....	54
Figura 38-Formulário de submissão Nova MCP.....	55
Figura 39-Declaração de conformidade de execução	56
Figura 40-Esquema Unifilar	57
Figura 41-Recibo de submissão	58
Figura 42-Processo de licenciamento de uma MCP.....	59
Figura 43-Autorização de tratamento de dados na DGEG	60
Figura 44-Registo de uma nova entidade na DGEG.....	61
Figura 45-Processo de licenciamento de uma UPAC	62
Figura 46-Pré-registo UPAC	63
Figura 47-Lista de entidades inspetoras.....	65
Figura 48-Averbamento de potência.....	68
Tabela 1- Parâmetros curva I-V (Toscano ,2019)	19
Tabela 2-Ligação de painéis	21
Tabela 3-Taxa referente ao procedimento administrativo (Republica ,2020)	33
Tabela 4-Previsão de rendimento PVSOL.....	47
Tabela 5 - Distribuição de strings inversor 1 e 2.....	48
Tabela 6-Previsão de rendimento PVSOL.....	51
Tabela 7-Distribuição das strings inversor 1	52
Tabela 8-Distribuição das strings inversor 2.....	52

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

APREN	- Associação Portuguesa de Energias Renováveis
CA	- Corrente alternada
CC	- Corrente contínua
CUR	- Comercializador de Último Recurso
CPE	- Código ponto de entrega
DCE	- Declaração de conformidade de execução
DGEG	- Direção Geral de Energia e Geologia
EF	- Energia Fotovoltaica
ER	- Energia Renovável
FF	- Fator de forma
Imp	- Corrente máxima no ponto de potência máxima
Isc	- Corrente de curto-circuito
It	- Corrente total
kWn	- KiloWatt nominal
MCP	- Mera Comunicação Prévia
ME	- Mobilidade Elétrica
MLPEs	- <i>Module Level Power Electronics</i>
mm	- Milímetros
MPP	- <i>Maximum power point</i>
ORD	- Operador de Rede de Distribuição
Pmax	- Valor máximo de potência
PV	- Sistema fotovoltaico
PVGIS	- <i>Photovoltaic Geographical Information System</i>
RESP	- Rede Elétrica de Serviço Público
SRIESP	- Sistema de registo de instalações elétricas de serviço particular
UPAC	- Unidade de Produção para Autoconsumo
Vmp	- tensão no ponto de potência máxima
Voc	- tensão em circuito-aberto
Vt	- Tensão total
W	- Watts

1. INTRODUÇÃO

O principal motivo para a realização do estágio curricular, foi o desejo de aprofundar os conhecimentos sobre energias renováveis, particularmente no campo da energia fotovoltaica. Esta motivação reflete o desejo de compreender mais profundamente os princípios, tecnologias e aplicações relacionadas a esta forma de energia limpa e sustentável. A oportunidade de vivenciar na prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, foi um aspeto essencial na decisão de procurar um estágio.

Foi escolhida a empresa *Sunenergy* como local para realizar o estágio curricular devido à sua reputação estabelecida no mercado e à excelência demonstrada em projetos relacionados à energia solar fotovoltaica. Além disso, a aluna recebeu recomendações positivas de ex-colegas, que indicavam que a empresa oferecia um ambiente propício para uma excelente aprendizagem e desenvolvimento profissional de alto nível.

Neste relatório será apresentado o tema “Desenvolvimento e licenciamento de projetos fotovoltaicos” desenvolvido no estágio curricular que decorreu de setembro de 2022 a junho de 2023 na empresa *Original Sunenergy Lda*.

Será descrito inicialmente o funcionamento de um sistema fotovoltaico, os equipamentos que o constituem e características. De seguida, será apresentado os projetos desenvolvidos na empresa e por fim será abordado o processo de licenciamento de sistemas fotovoltaicos no portal da Direção Geral de Energia e Geologia, realizado maioritariamente pela aluna na empresa.

1.1 Enquadramento

Após o Acordo de Paris, em 2015, foi necessário o mundo reorganizar-se para ultrapassar os desafios que surgiam com as alterações climáticas.

Atualmente, em Portugal, uma grande parte da energia produzida é referente a energia renovável, permitindo o aumento de diversificação de fontes de energia e reduzir a dependência perante os combustíveis fósseis importados e ao mesmo tempo contribuir para o desenvolvimento económico e empregos na fabricação e instalações.

Outra vantagem na aposta no setor de energias renováveis (ER) é o facto de estes serem provenientes de fontes de energia primárias ilimitadas como a energia solar, hídrica, geotérmica, eólica, ou seja, é naturalmente reabastecida sem ser necessário passar por processos químicos prejudiciais ao meio ambiente.

O principal benefício na produção de ER é não emitir emissões de gases de efeito de estufa como é o caso dos combustíveis fósseis, permitindo melhorar a saúde pública, diminuir o aquecimento global e contribuir para o objetivo de Portugal atingir neutralidade carbónica até 2050.

1.1.1 Evolução da Potência Instalada em Portugal Continental

A partir de 2005 verificou-se um acréscimo gradual da potência renovável instalada em Portugal Continental, sendo que o parque electroprodutor conta hoje com mais 52 % da potência instalada que a verificada em 2005. Por sua vez, desde 2011 a potência fóssil instalada tem vindo a apresentar uma redução que foi acentuada em 2021 com a desativação das centrais a carvão de Sines e do Pego (DGEG, ,2023).

Na figura 1 é possível ver a evolução da potência instalada em Portugal Continental por energia renovável.

No ano de 2000, a potência instalada a nível da energia hídrica era 4.303 MW, enquanto que no fim do ano de 2023 foi 8.103 MW, chegando ao maior valor de potência instalada de energia renovável.

Em segundo lugar está a energia eólica, com 5.804 MW de potência instalada no ano de 2023 em Portugal continental. É possível ver, que houve um grande investimento por parte do país, pois no ano de 2000, apenas existiam 83 MW de potência instalada.

A terceira fonte de energia renovável com maior potência instalada é a solar, que no ano 2000 apenas tinha 1MW e em 2023 totalizou 3.713 MW.

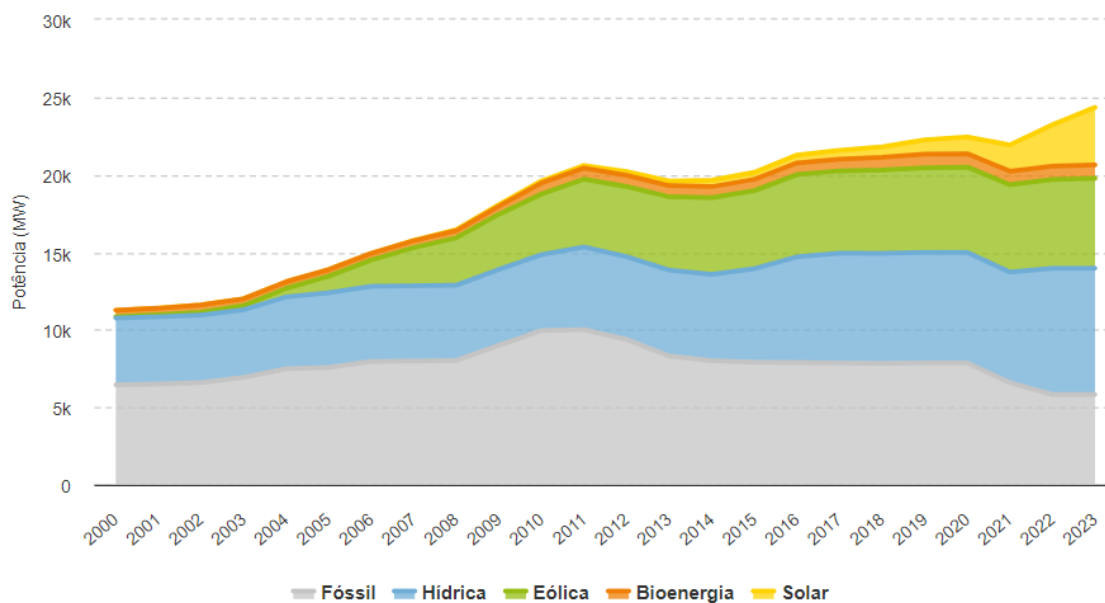


Figura 1- Potência instalada em Portugal Continental (DGEG, ,2023)

1.1.2 Evolução da produção de energia renovável

De acordo com a Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN), Portugal encontra-se no top mundial em relação à incorporação de energias renováveis na produção de energia.

Na figura 2 é possível visualizar a evolução da produção de eletricidade por fonte desde 2020 até 2022 (APREN, 2022).

Por parte das energias renováveis existe um aumento a nível da energia eólica, terminando o mês de dezembro de 2022 com uma produção equivalente a 1.617 GWh.

Por parte da energia hídrica, houve um acréscimo considerável entre 2021 e 2022, com um aumento de produção de 764 GWh para 2.087 GWh no último mês do ano. O crescimento da energia hídrica no período destacado deveu-se às grandes chuvas que aconteceram no país.

A produção de energia solar tem se mantido constante nos últimos anos, sendo no mês de julho de 2021, 216 GWh e 294 GWh no mesmo mês de 2022.

Resumindo, todas as fontes de ER têm reportado um incremento na sua produção, sendo no final de 2022 a incorporação deste equivalente a 78% na geração de eletricidade total, contrariamente as fontes de energia não renovável, em que a sua produção tem diminuído drasticamente.

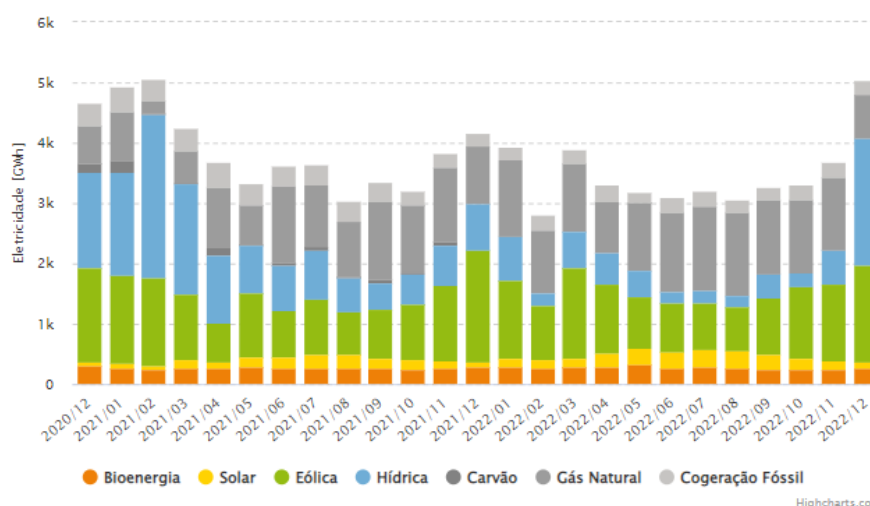


Figura 2-Evolução da produção de eletricidade por fonte em Portugal (APREN, 2022)

1.1.2.1 Balanço de produção de eletricidade em 2022

Na figura 3 é possível ver o balanço da produção de eletricidade por fonte em Portugal Continental relativamente ao ano de 2022.

Entre janeiro e dezembro de 2022 foram gerados 44.059 GWh de eletricidade, dos quais 57,1% se referem a energias renováveis, ultrapassando assim a produção por energias não renováveis (42.9%) (APREN, 2022).

Da percentagem referida, corresponde maioritariamente a energia eólica com 29.45%, energia hídrica com 14.47% e solar 5.73%.

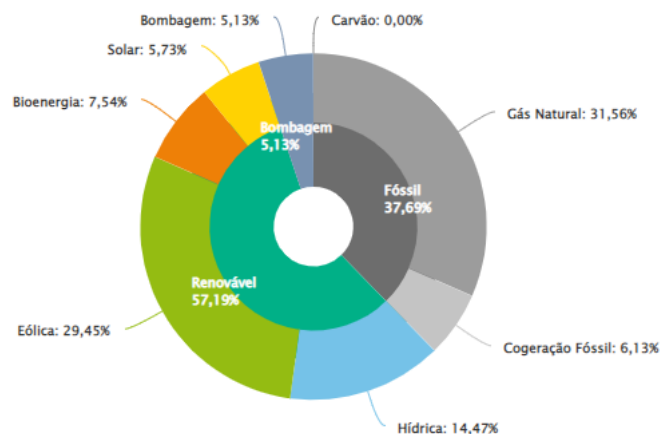


Figura 3-Balanço de produção de eletricidade em 2022 (APREN, 2022)

1.1.3 Potência instalada e energia fotovoltaica produzida em Portugal Continental

Na figura 4 está representada a energia produzida e na figura 5 a potência instalada por região relativamente a energia fotovoltaica (DGEG, 2022).

É possível verificar que houve um aumento significativo na energia produzida e potência instalada em Portugal desde 2013.

Na zona do Alentejo, a produção fotovoltaica em 2013 foi de 219 GWh aumentando para 1512 GWh em 2022,acompanhando o aumento de potência instalada de 114 MW para 881 MW.

O Algarve foi a segunda zona onde ocorreu um maior aumento de produção, sendo em 2013, 53 GWh e em 2022 foi 619 GWh.

Em relação à potência instalada no sul de Portugal em 2013 foi cerca de 29 MW e em 2022 foi 513 MW.

A terceira zona de Portugal com maior produção de energia fotovoltaica (EF) em 2022 foi o Norte, chegando a produzir 440 GWh.

A nível de potência instalada em 2013, na região Norte, foi cerca de 42 MW e no ano de 2022 cerca de 410 MW.

Bastante perto dos resultados da zona Norte, esteve o Centro, com 397 GWh de energia produzida no fim do ano de 2022.

Relativamente à potência instalada, foi cerca de 416 MW no ano de 2022, mais 6 MW que a região Norte no mesmo ano.

Por último, podemos observar os resultados da zona de Lisboa, que em 2013 produziram 43 GWh de energia fotovoltaica, acabando o ano de 2022 com o total de 288 GWh.

Analogamente, em Lisboa foram instalados o equivalente a 44 MW no ano de 2013, chegando a 243 MW no ano de 2022, sendo de momento a região com menos produção devido à pouca potência instalada.

É possível concluir que a região do Alentejo representa 46% da produção fotovoltaica total de Portugal Continental no ano de 2022 (3256 GWh), isto deve-se à grande aposta do país na região sul devido ao maior número de horas de sol (mais de 3000 horas/ano) comparativamente à região norte (2300 horas/ano).

A aposta crescente na energia fotovoltaica tem inúmeras vantagens, pois permite que ocorra uma redução de custos a nível de energia após o incentivo inicial na instalação, permite reduzir a dependência energética a nível de combustíveis fósseis importados, a fonte de energia é inesgotável e limpa, não emitindo gases com efeito de estufa, contribuindo para um futuro mais sustentável.

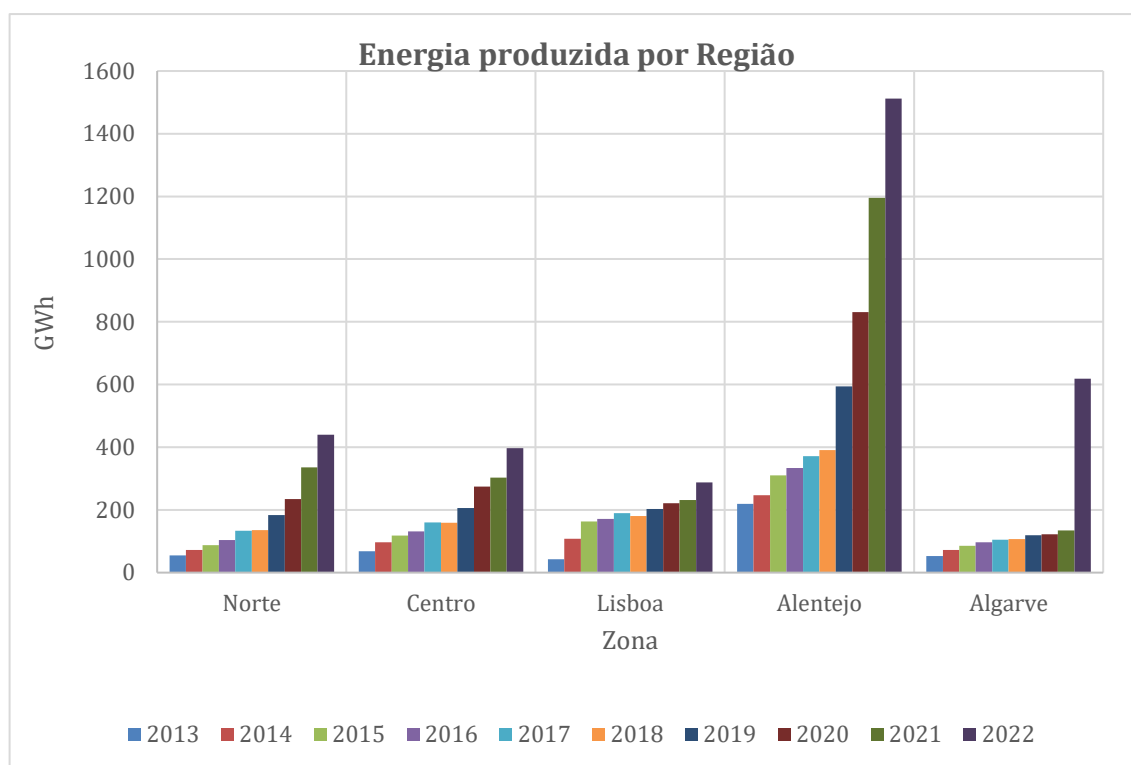


Figura 4-Referente à energia produzida por região (DGEG, 2022)

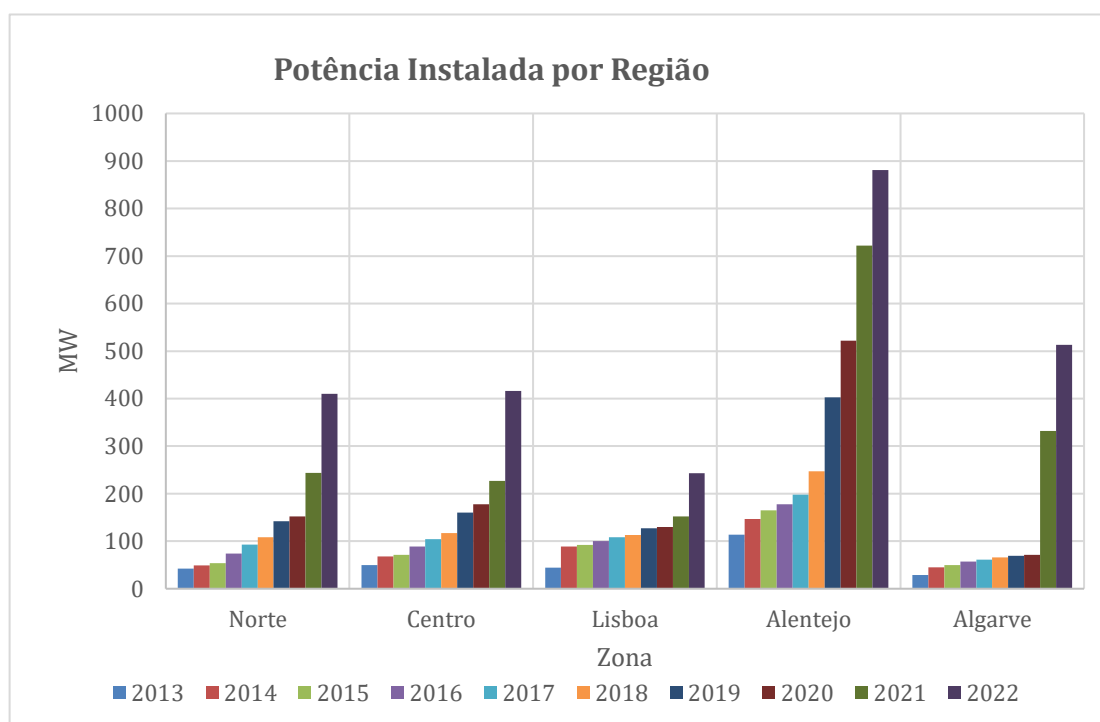


Figura 5-Referente à potência instalada por região (DGEG, 2022)

1.2 Objetivos

Com este trabalho é pretendido ficar a perceber como se desenvolve um projeto de um sistema fotovoltaico e toda a documentação necessária envolvente no seu licenciamento.

Para isso, é importante saber os seus constituintes e suas características.

Após perceber a teoria de como opera uma unidade de produção para autoconsumo, vai ser possível executar diferentes tipos de projetos fotovoltaicos e pôr em prática os diferentes conceitos anteriormente interiorizados.

Está também estabelecido como propósito, entender como funciona todo o processo de licenciamento tanto para meras comunicações prévias como para unidades de produção para autoconsumo até 1 MW.

Poder fazer um estágio numa empresa representará uma oportunidade inestimável. Para além de ser um passo crucial para a inserção no mercado de trabalho, permitirá vivenciar o dia a dia de uma profissão dentro de um ambiente real, o que é fundamental para o desenvolvimento pessoal e profissional.

Primeiramente, possibilitará aplicar na prática os conhecimentos teóricos adquiridos durante a formação académica.

Além disso, vir a perceber como uma empresa opera, os seus processos, organização interna e dinâmica de trabalho em equipa, permitirá desenvolver as competências interpessoais.

Em resumo, um estágio é uma ponte valiosa entre o conhecimento académico e o mundo profissional.

1.3 Estrutura

No primeiro capítulo é feito um enquadramento a nível da evolução de produção de energia renovável em Portugal continental desde 2020 até ao ano de 2022 e também o balanço energético no ano de 2022 e a energia solar fotovoltaica produzida em diferentes zonas de Portugal entre os anos de 2013 e 2022.

No segundo capítulo, é abordada a repartição em departamentos da empresa *SunEnergy*®, local onde foi realizado o estágio curricular e a sua visão, valores e missão.

No terceiro capítulo, é apresentado o funcionamento de um sistema solar fotovoltaico *on grid* e *off grid*, tal como os equipamentos necessários para o seu funcionamento e características dos mesmos. É também descrito como é possível fazer ligações entre painéis fotovoltaicos e a importância do sombreamento e orientação da instalação.

No capítulo quatro, está presente toda a parte de legislação atual nos decretos de lei relativamente ao licenciamento de unidades de produção de autoconsumo (UPAC) para obras inferiores a 30 kWn, superiores a 30 kWn e até 1 MWn.

A compreensão da diferença entre potência de pico e potência nominal é fundamental neste capítulo, pois estes conceitos embora relacionados descrevem características distintas. A potência de pico é referida como potência máxima que pode ser gerada pelo painel, ou seja, indica a máxima quantidade de energia que o painel pode produzir. A potência nominal refere-se à potência do inversor, sendo um indicativo do desempenho esperado do inversor sem comprometer a sua integridade.

A partir do capítulo cinco, é apresentada toda a parte prática desenvolvida no estágio. São apresentados vários tipos de contacto com o cliente, as informações importantes recolhidas na visita ao local, modelos de proposta, desde kit de autoconsumo, proposta para uma mera comunicação prévia a proposta para uma unidade de produção para autoconsumo. Para além da variedade de modelos de proposta, é também abordado um projeto em dimensionamento.

No capítulo 6, é descrito todo o processo de licenciamento de uma obra, desde um cliente particular, como a nível empresarial. É também abordado toda a diferença entre informação e documentação necessária a submeter junto da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG). A DGEG é uma entidade da administração central direta do estado, responsável pela conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos.

Ao longo do capítulo 6 é também referido os possíveis problemas e alterações que podem surgir e como podem ser resolvidas. Essas alterações podem ser desde apenas alterações de titularidade, como conversão de uma microgeração para uma mera comunicação prévia (MCP), averbamento de potência do sistema, pedido de rescisão de UPAC ou alteração de titularidade por óbito.

A conclusão do relatório está presente no capítulo 7, onde é descrito o trabalho que foi feito ao longo do relatório e os programas que o permitiram concretizar.

2. SUNENERGY

Ao longo deste capítulo é apresentada a empresa onde ocorreu o estágio curricular.

A *Original Sunenergy Lda*, fundada em 2010 e sediada na Rua José Augusto Frutuoso 6, 3025-029 Coimbra, tornou-se numa empresa especializada em projetos de sistemas solares fotovoltaicos, térmicos, climatização e mais recentemente introduziu-se no mercado de operadores de pontos de carregamento de veículos elétricos.

Ao longo da execução de projeto e obra, as tecnologias mais diversas nos ramos presentes estão disponíveis aos seus clientes a preços atrativos.

A *SunEnergy®* para além da sua sede em Coimbra, funciona em regime de franchising, tendo pelo país lojas em Montalegre, Viana do Castelo, Braga, Porto, Mangualde, Viseu, Caldas da Rainha, Arruda & Vila Franca de Xira, Marinha Grande, Mafra, Elvas, Cascais & Sintra, Odivelas, Seixal, Barreiro, Sesimbra & Almada, Setúbal & Palmela, Albufeira, Entroncamento, Madeira, Faro, Galícia e Açores (Sunenergy, 2022).

O logotipo da empresa encontra-se representado na figura 6.



Figura 6-Logotipo da empresa (Sunenergy, 2022)

2.1 Visão, valores e missão

Para uma empresa ter sucesso é necessário acima de tudo ter visão, pois permite-lhe organizar estratégias e avançar futuramente.

Para isso acontecer, é necessário marcar a diferença no mercado através da qualidade dos produtos que utiliza, qualidade do serviço prestado, tanto com fornecedores, como com clientes, pois ambos são fundamentais para consolidar o nome da empresa e deste modo chegar ao objetivo principal, satisfação do serviço prestado.

A *SunEnergy®* destaca-se no mercado pelos seus valores a nível sustentável e pela sua integridade, criatividade e inovação, tudo possível devido ao espírito de equipa presente entre todos os departamentos.

A missão da empresa, deste modo, representa todas as coisas que esta pretende fazer para garantir a inovação constante, desde a utilização das mais recentes tecnologias, como através do crescimento da sua rede de franchisados, como na sua mais recente inserção no mercado espanhol.

No final do ano de 2022, a *SunEnergy*® foi adquirida parcialmente pela *Sorigué*, uma empresa de renome espanhola que tem como objetivo crescer a nível da energia fotovoltaica tanto em Portugal como em Espanha permitindo à *SunEnergy*® a possibilidade de investir em projetos de maior envergadura.

A outra área de grande incidência é a de Mobilidade Elétrica (ME) em que se encontra a crescer tanto em Portugal como brevemente no mercado espanhol.

2.2 Estrutura organizacional da empresa

A sede de Coimbra é responsável por todo o processo desde o contacto direto ao cliente, desenvolvimento de projeto, implementação da obra como pela manutenção e certificação, estando assim dividida nos respetivos departamentos representados na figura 7.

A estrutura organizacional da empresa é formada pela Direção Geral, responsável por dirigir, coordenando as ações de diretores setoriais tendo uma visão de conjunto do trabalho.

O departamento Comercial é responsável pelo contacto direto ao cliente particular, empresarial ou entidades públicas. Ao visitar o cliente, recolhe informações necessárias como fotografias do local, documentação relativa a consumos e faculta aconselhamento de modo a complementar o serviço pré e pós-venda.

O departamento de Engenharia recebe as informações concedidas pelo departamento Comercial e desenvolve o projeto e proposta indicado para as necessidades do cliente. Através da documentação, consegue indicar o melhor equipamento de acordo com os consumos e desenvolver um projeto no programa *PVSol* e proposta final de acordo com o tipo de estrutura.

Após a concordância entre os mesmos, a obra é executada pelo departamento de Obra e feita a manutenção dos respetivos equipamentos.

No seguimento, é feito a certificação da obra executada no site da Direção Geral de Energia e Geologia (DGE), onde é feito o registo com as características da obra. Foi principalmente no departamento de Engenharia que ocorreu o desenvolvimento dos projetos apresentados, sob a orientação do engenheiro eletrotécnico responsável pelo setor.



Figura 7-Estrutura organizacional

2.3 Desempenho no mercado

A empresa *SunEnergy*®, alcançou um volume de negócios de 7 milhões de euros no primeiro semestre de 2023, equivalendo a um crescimento de 30% face ao mesmo período no ano de 2022 (Sunenergy, 2022).

No primeiro semestre do ano de 2023, foi instalado um total de 10.600 painéis solares, alcançando um total de 4.5 MW de potência instalada, uma previsão de produção de energia igual a 6 MWh e uma poupança anual de 900 mil euros aos seus clientes.

O grande crescimento da empresa, motivou a abertura de novas delegações pelo país, tendo a *SunEnergy*® como objetivo, chegar as 30 delegações até ao final do ano de 2023, focando o seu crescimento na área fotovoltaica e no investimento na área de mobilidade elétrica.

3 TECNOLOGIAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

No capítulo três é abordado o conjunto de equipamentos que constituem um sistema fotovoltaico, as suas características, tipos de ligação entre painéis, influências externas no sistema, como o sombreamento, a orientação e inclinação necessária em Portugal.

A importância de abordar todos estes temas de forma abrangente antes de avançar para a componente prática, é que permite obter uma base sólida de conhecimento, assegurando que os fundamentos abordados posteriormente, sejam compreendidos com maior facilidade.

3.1 Constituição geral de um sistema fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico (PV) é composto por um conjunto de painéis solares fotovoltaicos, um inversor, sistema de monitorização, contador e se solicitado, baterias, que em conjunto produzem energia elétrica através do sol de forma ecológica e sustentável.

A produção de energia é feita através dos painéis fotovoltaicos, pois absorvem a radiação e convertem-na em corrente contínua (CC). No entanto, a CC não é consumida diretamente pelas habitações ou injetada na rede, ou seja, tem de ser convertida em corrente alternada (CA) (Calgary, s.d.).

O inversor tem este mesmo papel, converter a CC em CA de modo a ser possível utilizar a energia produzida pelos painéis. A CC é mantida em corrente constante e em uma direção, enquanto na CA, a corrente varia de positivo para negativo e tem duas direções como podemos ver na figura 8.

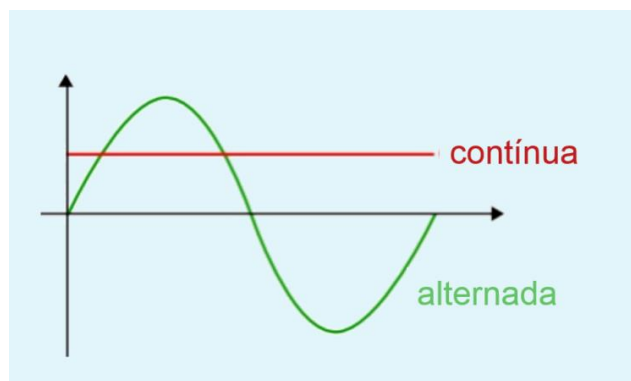


Figura 8-Corrente contínua e alternada (Solar, s.d.)

O inversor é capaz de converter a energia gerada pelos painéis fotovoltaicos que são em corrente e tensão contínua em tensões e correntes alternadas através dos seus constituintes que transformam a tensão numa onda sinusoidal compatível com a rede.

As baterias solares, sendo um componente opcional, permitem armazenar o excesso de energia produzida pelo PV.

O sistema de monitorização num sistema fotovoltaico, permite medir os consumos da habitação e a energia adquirida ou fornecida à rede.

O contador bidirecional permite que seja possível ler os consumos que o cliente tem diretamente do sistema fotovoltaico e da rede elétrica.

Na figura 9 é possível ver a constituição de um PV com os componentes anteriormente referidos.

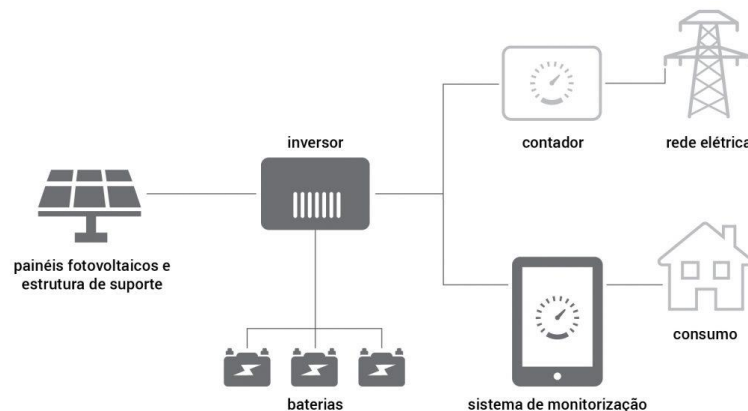


Figura 9-Constituição de um sistema fotovoltaico (EnergiasMadeira, s.d.)

3.2 Painéis fotovoltaicos

Um painel fotovoltaico é um dispositivo que converte a luz do sol diretamente em eletricidade.

É constituído por um conjunto de células fotovoltaicas que podem variar em tamanho entre 13 mm a 100 mm e produzir apenas 1 ou 2 W individualmente, mas que em conjunto podem chegar aos 600 W (Monthly, 2022).

Todo este processo de produção apenas é possível porque uma célula fotovoltaica consegue converter a luz solar em eletricidade a partir dos fotões presentes na luz, que quando atingem uma célula são absorvidos.

Na figura 10 é possível observar como funciona esta conversão de energia, designado efeito fotoelétrico.

As células são geralmente feitas de silício e podem ser classificadas como monocristalinas, policristalinas ou de filme fino, cada uma com as suas características específicas de eficiência, custo e aparência.

Sendo o silício puro um mau condutor elétrico, é necessário alterar os seus elementos, e a este processo dá-se o nome de dopagem. Através da dopagem do silício com o fósforo é possível obter os eletrões (silício tipo N) e através da dopagem com o elemento boro, é possível obter protões (silício do tipo P) (Nascimento, 2004).

As células fotovoltaicas são constituídas por uma camada fina de material tipo N e outra camada tipo P que em conjunto (zona P-N) formam um campo elétrico.

Este campo elétrico acontece devido aos eletrões presentes na camada tipo N se unirem aos protões presentes na estrutura do tipo P.

A intensidade da corrente elétrica gerada pelo fluxo de eletrões varia de acordo com a radiação solar, a célula fotovoltaica não tem capacidade de armazenar a energia elétrica produzida, apenas é responsável por manter o fluxo de eletrões.

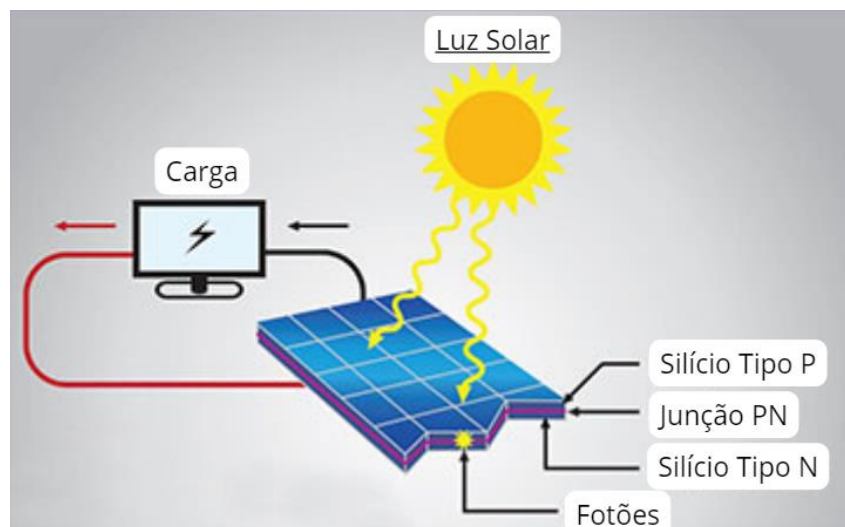


Figura 10-Funcionamento da célula fotovoltaica (Vivienda, 2019)

Os painéis fotovoltaicos são testados quanto à sua eficiência a 25 ° C, que é a temperatura da célula das Condições de Teste Padrão (STC). E com qualquer aumento de temperatura acima de 25 ° C deve-se considerar perdas de potência de 1% para cada aumento de 2 ° C (Eco Green Energy, 2021).

3.2.1 Células monocristalinas

As células monocristalinas são as mais usadas nos painéis fotovoltaicos e distinguem-se pelas suas laminas fatiadas de forma arredondada.

Estas são obtidas a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino produzidas em fornos especiais que após solidificado é cortado em *wafers* (Nascimento, 2004).

A sua grande vantagem é a alta eficiência (14% a 21%) e o menor espaço ocupado, permitindo que o painel produza mais energia.

As células solares monocristalinas tendem a ter uma eficiência um pouco melhor em altas temperaturas em comparação com as células policristalinas. Isso deve-se, em parte, à estrutura mais uniforme e à maior pureza do cristal.

As suas desvantagens são o preço mais elevado e o processo de produção para obter a estrutura pretendida, mas que leva a uma parte da célula a ser desperdiçada (Reis, 2019).

Na figura 11 está representada uma célula monocristalina.

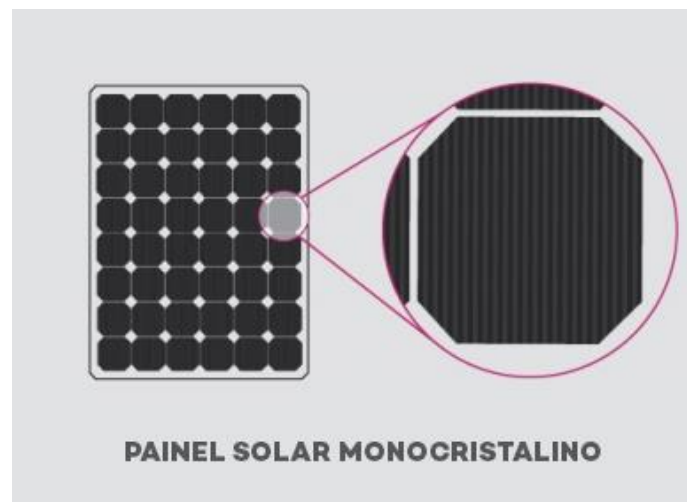


Figura 11-Célula monocristalina (NeoSolar, s.d.)

3.2.2 Células policristalinas

A célula policristalina tem uma eficiência inferior (13% a 17%), comparativamente as células monocristalinas.

Estas são produzidas a partir de blocos de silício em moldes especiais, que após arrefecer, os átomos não se organizam num único cristal, mas numa estrutura policristalina (Nascimento, 2004).

Outra desvantagem, é a sua estrutura ocupar mais espaço devido a forma quadrada e retangular, o que leva a que seja necessário um maior espaço para instalação (Reis, 2019).

As células solares policristalinas podem ser ligeiramente mais sensíveis ao aumento da temperatura do que as monocristalinas. Isso ocorre devido à estrutura menos uniforme e à presença de limites entre os cristais, que podem aumentar a sua resistência e reduzir a eficiência da célula à medida que a temperatura aumenta.

As vantagens da utilização de painéis policristalinos são a sua durabilidade, equivalente aos painéis constituídos por células monocristalinas (30 anos), o custo de produção ser inferior pois o processo de fabrico é menos rigoroso e a quantidade de silício utilizada ser menor.

Na figura 12 está representada uma célula policristalina.

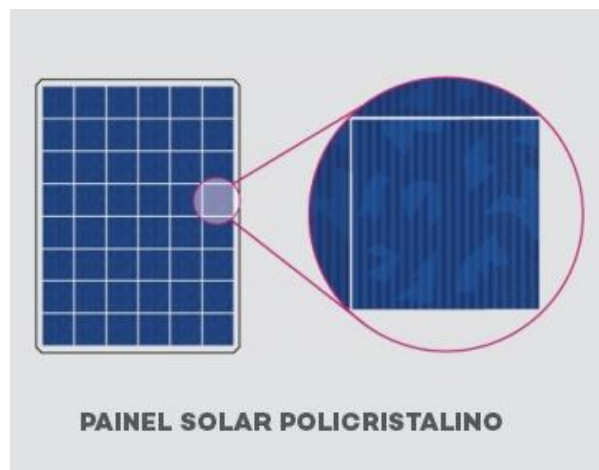


Figura 12-Célula policristalina (NeoSolar, s.d.)

3.2.3 Curva característica das células fotovoltaicas

A curva I-V, ou curva corrente-tensão, é uma representação gráfica que mostra a relação entre a corrente elétrica (I) e a tensão (V) em um circuito. No contexto de células solares, a curva I-V é particularmente importante para entender o desempenho do sistema em diferentes condições de operação, como diferentes níveis de intensidade de luz solar, temperatura e carga.

Diferentes parâmetros podem ser obtidos através da curva I-V como está presente na tabela 1 (Toscano, 2019).

Na figura 13 é possível observar estes mesmos parâmetros, a curva I-V e a curva P-V.

Os pontos onde a curva I-V interceta os eixos de corrente e a tensão, são conhecidos por o ponto de corrente de curto-circuito (I_{sc}) e de tensão de circuito aberto (V_{oc}), respectivamente. O I_{sc} é o ponto em que a corrente é máxima e a tensão é nula (curto-circuito), enquanto o ponto V_{oc} é o ponto onde a tensão é máxima e a corrente é zero (circuito aberto).

O ponto de máxima potência (P_{max}) é onde a curva I-V acaba por atingir o valor máximo da multiplicação entre a corrente e tensão. Este ponto é de grande interesse prático, pois representa a condição na qual a célula produz a máxima potência possível. É fundamental que a célula se encontre nas condições de ponto de potência máxima (MPP), ou seja, máxima radiação. No MPP a corrente (I_{mp}) depende da radiação, pois a corrente gerada é proporcional ao fluxo de fótons, e tanto a I_{mp} como a tensão (V_{mp}) dependem da temperatura ambiente (Ferreira, 2008).

O último parâmetro, que é possível obter da figura 13, é o fator de forma (FF), que é um indicador da eficiência de conversão de um painel. É definido como a razão entre a potência máxima (P_{max}) e o produto da corrente de curto-circuito (I_{sc}) pela tensão de circuito aberto (V_{oc}) que representa a qualidade das células, ou seja, quanto maior for o valor de FF, menor serão as perdas resistivas da célula.

Apesar de ser impossível, o ideal seria o valor FF ser equivalente a um, pois significaria que a curva I-V teria a forma retangular estando assim no ponto de potência máxima possível e de corrente e tensão máxima (V_{oc} , I_{sc}).

Tabela 1- Parâmetros curva I-V (Toscano, 2019)

Abreviatura	Definição
I_{sc}	Corrente de curto-circuito, que representa o valor máximo de corrente sob determinadas condições de radiação e temperatura, quando a tensão e potência são nulas.
I_{mp}	Corrente máxima quando a célula atinge o ponto de potência máxima sob determinadas condições de radiação e temperatura.
V_{mp}	Tensão máxima quando a célula atinge o ponto de potência máxima, sob determinadas condições de radiação e temperatura
V_{oc}	Tensão em circuito aberto, que representa o valor máximo de tensão sob determinadas condições de radiação e temperatura.
P_{max} ou P_{mp}	Valor máximo de Potência de Pico que a célula pode fornecer à carga, correspondendo ao ponto da curva no qual o produto da corrente pela tensão é máximo.
FF	Fator de Forma, que é um parâmetro que avalia a qualidade da célula, que é calculado pelo quociente entre a potência máxima ($V_{mp} * I_{mp}$) em relação ao produto da corrente de curto-circuito I_{sc} , com a tensão em curto-aberto V_{oc} : $\text{Fator de Forma (FF)} = \frac{V_{mp} * I_{mp}}{V_{oc} * I_{sc}}$

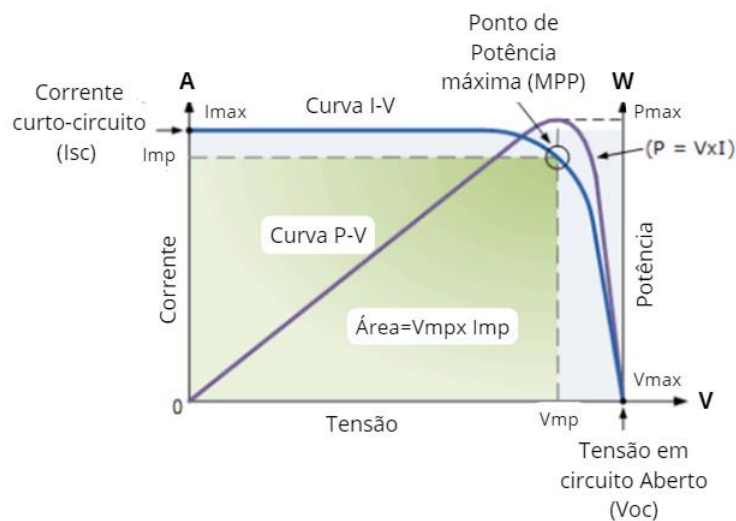


Figura 13-Curva I-V e P-V (electronics.se, s.d.)

3.3 Tipos de ligação entre painéis fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos podem ser ligados de diferentes formas de modo a aumentar a capacidade do painel: montagem em série ou em paralelo.

Se se optar pela associação em série, os valores de tensão serão os mais elevados, pois a tensão total é a soma de tensão de todos os painéis enquanto o valor da corrente se mantém, pois, a corrente total é igual à corrente de apenas um painel como é possível ver em resumo na tabela 2 (Toscano, 2019).

Numa ligação em série, como a tensão se soma enquanto a corrente permanece constante, a queda de tensão ao longo dos cabos é influenciada pela resistência total do circuito e pela distância total percorrida pelos cabos. No entanto, como a corrente é a mesma em todo o circuito, a secção dos cabos pode ser mantida relativamente baixa, minimizando a queda de tensão devido à resistência dos cabos.

A grande vantagem desta montagem é que permite atingir a tensão de entrada necessária para certos inversores, o que pode ser particularmente útil em sistemas de alta tensão ou em instalações com longas distâncias entre os painéis e o inversor, reduzindo as perdas por resistência dos cabos. Muitos inversores requerem uma tensão mínima para arrancar, e a ligação em série pode ajudar a atingir essa tensão (EnduroPower, 2024).

A sua maior desvantagem é o sombreamento pois influencia toda a ligação em série, ou seja, se um painel em série ficar na sombra e a sua produção de corrente diminuir, a corrente de toda a ligação será afetada, reduzindo significativamente a produção de energia.

A sua ligação é feita ligando o terminal positivo do primeiro painel ao negativo do segundo painel e assim sucessivamente como é possível ver na figura 14.

Em relação à montagem em paralelo ocorre o oposto, a corrente total é a soma da corrente de todos os painéis do PV e a tensão mantém-se igual.

Nas ligações em paralelo, podem ocorrer quedas de tensão mais significativas se os cabos não forem adequadamente dimensionados, pois conforme a lei de *Ohm*, a queda de tensão num condutor é igual ao produto da corrente pela resistência do condutor, e como a corrente total do sistema pode se tornar significativa, é necessário utilizar cabos com maior secção para minimizar as perdas.

A vantagem desta mesma opção é não ser influenciada pelo sombreamento dos painéis, apenas a corrente do painel que se encontra à sombra é influenciada.

Outra vantagem da ligação em paralelo é que permite que sejam adicionados mais painéis sem a necessidade de aumentar a tensão do sistema, o que pode ser útil em sistemas que têm um limite de tensão específico.

A sua maior desvantagem é que em longas distâncias é necessário aumentar a cablagem devido ao aumento de corrente, o que pode resultar num aumento de custos da instalação. Outra desvantagem é que se os painéis não tiverem exatamente

a mesma tensão, pode ocorrer desequilíbrios que afetam a eficiência do sistema em geral.

A sua ligação é feita de maneira a interligar todos os pontos positivos entre si e todos os pontos negativos entre si, tal como na figura 15.

Na tabela 2 é possível ver de maneira simplificada as equações para cálculo de tensão e corrente nos três casos apresentados de montagem.

Tabela 2-Ligação de painéis

	Série	Paralelo
Tensão total (V_t)	$V_1+V_2+V_3+...+V_n$	$V_1=V_2=V_3=V_n$
Corrente total (I_t)	$I_1=I_2=I_3=I_n$	$I_1+I_2+I_3+...+I_n$

Nas figuras 14 e 15 é possível ver como se faz a ligação em série e paralelo entre os painéis fotovoltaicos.

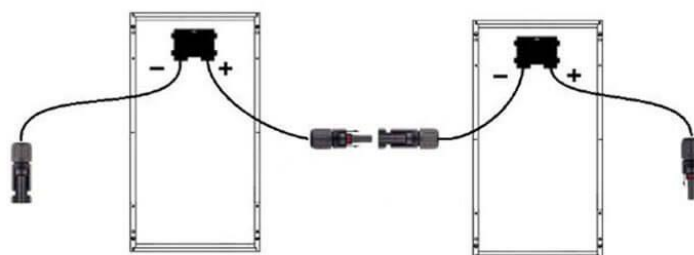


Figura 14-Ligação em série

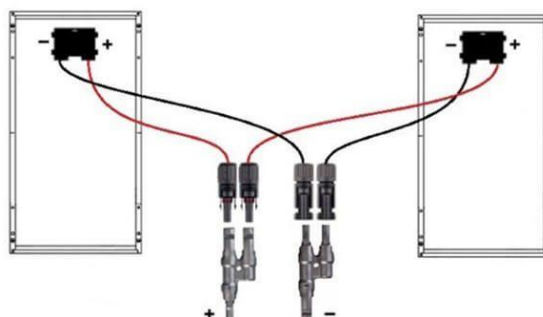


Figura 15- Ligação em paralelo (e4ER, ,2018)

3.4 Efeitos de sombreamento e orientação ideal

O efeito de sombreamento tem um grande impacto na eficiência de um PV. Este pode ser provocado por vários fatores como elementos de construção, vegetação, clima ou alterações do ângulo de incidência solar.

Se este efeito não for considerado, é possível perder até 40% da geração pois afeta a quantidade de luz que incide sobre o painel. Na figura 16 podemos ver um exemplo de sombreamento causado por vegetação sobre os painéis.



Figura 16-Sombreamento (Energy, s.d.)

Como foi abordado no ponto 3.3, o sombreamento afeta muito mais as ligações em série do que em paralelo, pois ao haver sombreamento, todos os painéis ligados em cadeia são afetados sucessivamente.

Existem três possibilidades para contornar este problema como: os díodos *bypass*, os *Module Level Power Electronics* MLPEs e a ligação entre painéis como já foi referido.

Os painéis fotovoltaicos podem incluir diodos *bypass* com o objetivo de proteger as células afetadas e minimizar os efeitos de sombreamento, para que não ocorra uma drástica diminuição na produção de energia. Estes dispositivos são ligados em paralelo e permitem redirecionar a corrente, contornando as células sombreadas para que estas não tenham impacto no resto do sistema de ligação (Brown, 2016).

Os MLPEs, são equipamentos ligados individualmente no PV para aumentar o desempenho quando ocorre sombreamento. Este equipamento inclui microinversores e otimizadores CC.

Cada painel possui um microinversor conectado a si de modo a transformar a energia produzida CC em CA.

O otimizador CC, é um dispositivo que é instalado em cada painel ou num conjunto de painéis e trabalha em conjunto com inversores ou controladores de carga para maximizar a eficiência do sistema como um todo. Ele maximiza a eficiência ajustando a tensão e a corrente sem comprometer o desempenho, ou seja, se num painel a corrente for mais baixa, o otimizador vai aumentar esta corrente, diminuindo a tensão de saída, de modo que a corrente corresponda aos outros painéis.

De modo a maximizar o desempenho dos painéis, a orientação ideal é para sul em Portugal e em grande parte do hemisfério norte, pelas seguintes razões:

- Maior radiação solar direta – o sol atinge o seu ponto mais alto no céu ao meio-dia, e a sua posição é a sul em relação ao hemisfério norte. Portanto, ao orientar os painéis para o sul, eles recebem a maior quantidade possível de radiação solar direta ao longo do dia.
- Melhor aproveitamento da luz solar durante o ano - no hemisfério norte, a trajetória do sol varia ao longo do ano devido à inclinação do eixo da Terra. Ao orientar os painéis para o sul, eles são capazes de capturar a luz solar durante todo o ano de forma mais eficiente, independentemente da estação.
- Redução do impacto do sombreamento – os painéis orientados para o sul têm menor probabilidade de sofrer sombreamento por objetos como árvores, edifícios ou estruturas, maximizando assim a produção de energia.

Embora seja a orientação ideal, as coberturas das habitações nem sempre estão viradas para sul, por isso quando não é possível optar pela orientação a sul, é aconselhável optar por uma distribuição equilibrada entre a água nascente e poente.

Em Portugal, a inclinação ideal dos painéis é entre 20 e 40 graus, isto porque é considerada a latitude onde se encontra o país, quanto mais próximo do equador, menor é o ângulo de inclinação necessário devido à incidência perpendicular dos raios solares.

3.5 Ranking Bloomberg

O *Tier Classification System* permite diferenciar os painéis que surgem no mercado de acordo com a qualidade, capacidade de produção ou volume de produtos, tecnologias utilizadas, nível de competitividade, serviço pós-venda e preço.

O nível 1 (*Tier 1*) corresponde a 2% dos fabricantes e encontram-se há pelo menos 5 anos no mercado. São verticalmente integrados, ou seja, constroem o painel de raiz permitindo controlar todo o processo de fabrico. Outro ponto forte é o facto de investirem no desenvolvimento e pesquisa, utilizam-se processos altamente automatizados e estando em constante inovação (solargaps, s.d.).

O nível 2 (*Tier 2*) corresponde a 8% do fabrico e encontram-se no mercado há cerca de 2 a 5 anos. A principal diferença perante o *Tier 1* é serem referentes a empresas novas e que investem pouco no seu desenvolvimento, outra diferença é que não utilizam apenas processos automatizados, mas também manuais aumentando o risco de falha no fabrico.

O nível 3 (*Tier 3*) corresponde a 90% do fabrico e se encontram no mercado há pelo menos 1 ou 2 anos. Refere-se a fabricantes que apenas fazem a montagem de painéis, não havendo qualquer tipo de investimento em pesquisa e desenvolvimento utilizando apenas materiais de outras empresas. Outra característica é depender apenas de processos manuais, correndo o risco de haver maior defeito no produto.

A empresa *Sunenergy* foca-se desta forma a trabalhar com marcas que se encontram no topo do mercado, sendo as principais *Canadian Solar*, *Jinko Solar*, *QCells* e *Risen*.

3.6 Inversor

Um inversor é responsável por fazer a conversão CC em CA com uma tensão de saída de 230V entre a fase e o neutro e frequência de 50Hz (igual característica à rede elétrica nacional) de modo a que seja possível utilizar a energia elétrica gerada pelo PV.

Existem dois tipos de inversores, os *grid tie* (ligados a rede), que acabam por ser os mais utilizados nas instalações fotovoltaicas e os *off grid* (independentes da rede). Ambos vão ser abordados em mais pormenor de seguida.

Um inversor *grid tie* como o nome indica, está obrigatoriamente ligado a rede e ao converter a energia produzida, possibilita que esta seja utilizada na habitação ou injetada na rede, se for o pretendido pelo cliente.

No caso de falha no fornecimento de energia pela rede, o inversor reage de acordo com a sua configuração específica, como por exemplo:

- Anti-ilhamento – grande parte dos inversores estão programados com funcionalidades de segurança para evitar o que é chamado de "ilhamento". Isto ocorre quando o sistema fotovoltaico continua a gerar eletricidade durante uma falha na rede elétrica, criando uma ilha de energia que pode ser perigosa para os trabalhadores de manutenção na rede. Portanto, para garantir a segurança, os inversores geralmente são programados para detetar uma falha

na rede e desligar automaticamente a saída de energia do sistema fotovoltaico (SolarEdge, 2020).

- Modo de espera ou desativação - alguns inversores podem entrar em modo de espera ou até mesmo desligar completamente em resposta a uma falha na rede elétrica. Isto é feito para proteger o inversor e os equipamentos conectados ao sistema fotovoltaico

Um inversor híbrido pode ser utilizado tanto em *grid tie* como *off grid*, acabando por ser mais utilizado nas instalações *off grid* e tem como vantagem a sua independência da rede.

Um inversor híbrido pode ou não possuir uma ligação à rede elétrica de acordo com o que for pretendido pelo cliente e permite a conexão de um sistema de armazenamento de baterias, possibilitando que quando a energia produzida for superior à consumida esta seja armazenada.

Se a instalação for *off-grid* e ocorrer uma falha de energia, esta não influencia o sistema fotovoltaico porque o inversor pode continuar a operar normalmente, fornecendo energia para os dispositivos conectados à saída do inversor.

De qualquer forma, é aconselhado a ser utilizado um gerador auxiliar, de modo a conseguir assegurar o abastecimento quando o sistema diminui a produção, ou seja, durante a noite ou em tempo nublado.

Existe em todos os casos a possibilidade de armazenamento de baterias que permite que o excesso produzido pelo PV, seja armazenado e utilizado posteriormente.

Na figura 17 está representado de forma simplificada um esquema de um sistema *grid tie* e na figura 18 um sistema *off grid*.

É possível observar como funciona cada sistema de acordo com o indicado nas figuras 17e 18.



Figura 17-*grid tie system* (Sunenergy, 2022)

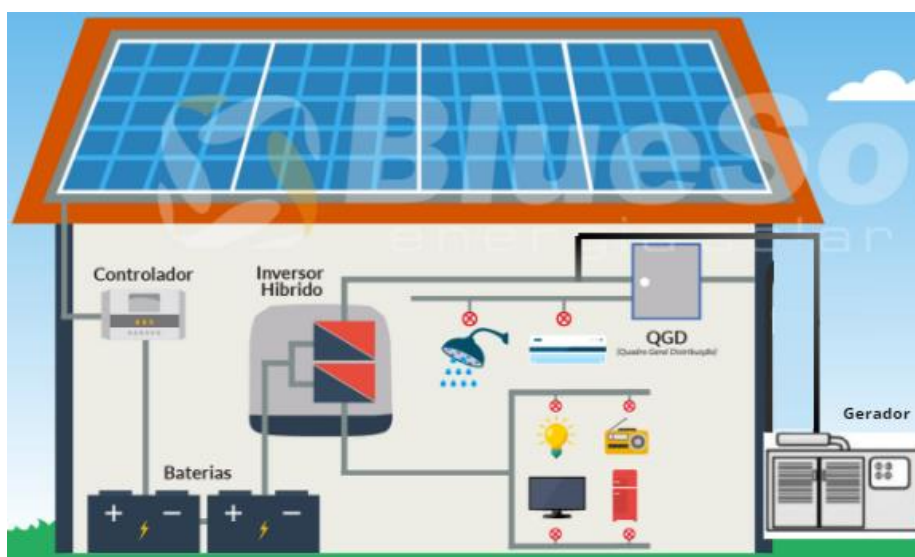


Figura 18-*off grid system* (BlueSol,, 2023)

Outro sistema também utilizado são os microinversores, indicados para instalações mais pequenas em *grid tie* e são ligados painel a painel. Este tipo de ligação permite obter a potência máxima que cada painel pode fornecer e ao mesmo tempo garantir que a corrente injetada tem as características necessárias.

3.7 Baterias

As baterias acumulam o excesso de energia produzida pelo PV, de modo a poder usar o excesso no período diurno ou noturno quando não ocorre tanta produção.

Desta forma, o fornecimento de energia não fica em risco caso ocorra uma falha de energia, pois fica salvaguardado o abastecimento aos equipamentos pelo armazenamento de energia nas baterias.

Existem diversos tipos de baterias, mas as mais utilizadas nos sistemas fotovoltaico são as baterias de íon lítio.

São compostas por um conjunto de células que, através de um processo eletroquímico de oxidação, armazena energia elétrica sob a forma de energia química. Quando as baterias se encontram carregadas e são ligadas a uma carga elétrica, ocorre o processo oposto, ou seja, a energia química armazenada na bateria é convertida em energia elétrica (Toscano, 2019).

A escolha de baterias depende do inversor escolhido no projeto desenvolvido, sendo as mais utilizadas pela empresa os modelos presentes na figura 19.

Por exemplo, se o inversor escolhido for da marca Huawei, a bateria compatível será a Luna, sendo este sistema bastante utilizado pela empresa em projetos industriais.

A nível residencial, o inversor mais utilizado pela empresa é da marca Solax, sendo o sistema de baterias compatível o *Triple Power T58*, tal como está representado na figura 19.

INVERSOR	BATERIA
HUAWEI	LUNA
SOLAX	TRIPLE POWER T58
LG	LI-IO RESU
SOLAR EDGE	HOME BATTERY
SUNGROW	SBR

Figura 19-Compatibilidade de baterias por marca

3.8 Regulador de carga

O regulador de carga permite aumentar a vida útil das baterias, visto serem estas um dos elementos mais caros de um PV. O controlador de carga permite proteger as baterias de serem sobrecarregadas ou descarregadas e garantir que toda a energia produzida seja armazenada, não havendo desperdício.

Normalmente são utilizados em sistemas *off-grid*, ou seja, com inversores híbridos e possibilita perceber o estado das baterias e alertar o utilizador de modo a adaptar as instalações, aumentando o tempo de vida útil das baterias e otimizar o sistema.

Existem dois tipos de reguladores de cargas, os *Pulse Width Modulation* e os *Maximum Power Point Tracking* (solar 4rvs, 2023).

Os PWMs emitem pulsos de tensão de alta frequência garantindo que a bateria carrega até ao seu máximo através da limitação de tensão. Embora seja mais barato, torna-se menos eficiente por não aproveitar o máximo potencial do PV.

Os MPPTs têm uma eficiência muito maior pois conseguem chegar ao máximo de potência do sistema. Ao contrário do PWM, não existe limitação de tensão, mas sim aumento da corrente permitindo que o carregamento de baterias seja muito mais rápido.

Nos dias de hoje, o regulador de cargas já vem integrado nos inversores híbridos, facilitando todo o processo de carregamento e eficiência do PV.

4 LIGAÇÕES À REDE

Para que Portugal consiga chegar à neutralidade carbónica a que se comprometeu a alcançar até 2050, foram estabelecidas diferentes metas, objetivos e políticas energéticas e climáticas.

Neste enquadramento, foi necessário adaptar o regime jurídico do Sistema Elétrico Nacional (SEN) às necessidades e desafios que irão guiar a política energética do país.

Segundo o decreto de lei nº15/2022, que estabelece a organização e funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, instituiu-se como forma de controlo prévio a comunicação prévia, o registo e licenciamento que abrangem todas as formas de produção, autoconsumo e armazenamento (Decreto-Lei n.º 15/2022, 2022).

A possibilidade de injeção na rede com restrições vem de certo modo impor a necessidade de gestão das redes e incorporar a produção híbrida permitindo dar resposta às necessidades do utilizador.

É importante abordar inicialmente algumas definições como (Decreto-Lei n.º 15/2022, 2022):

- MCP - Mera comunicação prévia (até 30 kW_n);
- UPAC - Unidade de produção para autoconsumo (acima de 30 kW_n);
- Autoconsumo - o consumo assegurado pela energia elétrica produzida por uma ou mais UPAC;
- ORD - Operador de rede de Distribuição que exerce a atividade de distribuição e é responsável pela construção, exploração e manutenção da rede de distribuição e, quando aplicável pelas suas interligações, bem como por assegurar a garantia de capacidade da rede a longo prazo;
- RESP - Rede elétrica de serviço público, o conjunto das instalações de serviço público destinadas ao transporte e à distribuição de eletricidade que integram a rede nacional de transporte, a rede nacional de distribuição e as redes de distribuição em BT;
- Potência contratada - o limite da potência estabelecida no dispositivo controlador da potência de consumo de eletricidade contratada com um comercializador
- Potência certificada - definida pelo ORD e estabelece o valor máximo de potência que um consumidor ou instalação pode contratar e utilizar com base nas regulamentações do SEN

Posto isto, as unidades de produção de autoconsumo a partir de energia fotovoltaica tem de cumprir algumas regras relativamente às potências da instalação como por exemplo:

$$\textit{Potência instalada} \leq \textit{Potência contratada} \quad (1)$$

$$\textit{Potência contratada} \leq \textit{Potência certificada} \quad (2)$$

É necessário também entender a diferença entre potência de pico e potência nominal, pois estes conceitos embora relacionados descrevem características distintas.

A potência de pico é referida como potência máxima do painel, ou seja, indica a máxima quantidade de energia que o painel pode produzir.

A potência nominal refere-se à potência do inversor, sendo um indicativo do desempenho esperado do inversor sem comprometer a sua integridade ou vida útil.

No âmbito dos procedimentos, está sujeito a registo prévio e certificado de exploração (DGEG, 2022):

- a) A produção de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis para injeção total na RESP, com potência instalada igual ou inferior a 1 MW;
- b) A produção de eletricidade para autoconsumo com potência instalada superior a 30 kW e igual ou inferior a 1 MW;
- c) O armazenamento autónomo de eletricidade com potência instalada igual ou inferior a 1 MW;
- d) Projetos de investigação e desenvolvimento, demonstração e teste, em ambiente real, de tecnologias, produtos, serviços, processos e modelos inovadores, no âmbito das atividades de produção, armazenamento e autoconsumo com capacidade instalada superior a 30 kW.

De acordo com a legislação, está sujeita a comunicação previa de quatro tipos de processos (E-Redes, 2021):

- UPAC com potência instalada inferior ou igual a 700 W – Está isenta de controlo prévio, no entanto recomenda-se o registo no Portal do Autoconsumo (DGEG);

- UPAC cuja potência instalada superior a 700 W e igual ou inferior a 30 kW – Carece de mera comunicação prévia (MCP);
- UPAC cuja potência instalada superior a 30 kW e igual ou inferior a 1 MW – Carece de registo prévio e certificado de exploração;
- UPAC com potência instalada superior a 1 MW – Carece de licença de produção e licença de exploração.

Relativamente à contagem de produção de energia, o decreto de lei 15/2022 impõe a instalação de contadores inteligentes e bidirecionais, isto é, um sistema eletrónico preparado para medir consumos de eletricidade ou de eletricidade introduzida na rede e que permite receber e transmitir dados possibilitando a monitorização de sistemas (Decreto-Lei n.º 15/2022, 2022).

Estes contadores bidirecionais são instalados pelo ORD caso o contador existente na habitação não seja adequado para autoconsumo. A substituição do mesmo apenas ocorre após o registo da instalação na DGEG.

Para unidades de produção de autoconsumo superiores a 4 kW, é necessário também instalar um contador totalizador para medir a injeção da UPAC na instalação de utilização (E-Redes, 2021).

Para que seja possível medir a energia é necessário instalar para além do contador totalizador um cartão GSM, que permite fazer a comunicação de dados.

Na figura 20 é possível ver um esquema de ligação de uma unidade de produção com contador totalizador e bidirecional.

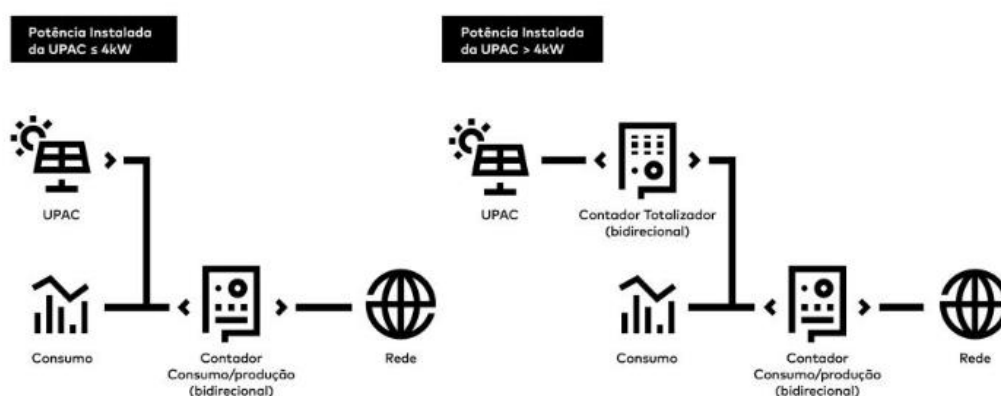


Figura 20-Esquema de ligação UPAC (E-REDES, s.d.)

Existe uma entidade responsável por todo o processo legal, desde o licenciamento de atividades energéticas até à fiscalização e monitorização do mercado energético.

Esta entidade é designada por DGEG, o órgão de administração pública portuguesa que tem por missão contribuir para a conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos, numa ótica de desenvolvimento sustentável e de garantia da segurança do abastecimento (DGEG, 2023).

As suas competências passam por contribuir para a definição, realização e avaliação da execução das políticas energéticas, identificar recursos geológicos, promover e elaborar o regulamento legislativo adequado ao desenvolvimento dos sistemas, promover processos e equipamentos ligados à produção, transporte e distribuição, proceder a ações de fiscalização e apoiar o governo na tomada de decisões em situações de crise ou emergência e proporcionar soluções relativamente ao planeamento energético de emergência.

A DGEG criou o sistema de registo de instalações elétricas de serviço particular (SRIESP) de modo a simplificar o processo de licenciamento, havendo um maior controlo a nível de projetos, execuções e inspeções, para clientes particulares e uso doméstico.

As inspeções são feitas a instalações elétricas do tipo A, B e C.

Uma instalação tipo A é uma instalação com produção própria de carácter temporário ou itinerante, de segurança ou socorro, quando não integram centros electroprodutores sujeitos a controlo prévio ao abrigo de regimes jurídicos próprios (E-Redes, 2021).

Uma instalação do tipo B é uma instalação alimentada pela RESP em média, alta ou muito alta tensão.

Uma instalação do tipo C é uma instalação alimentada pela RESP em baixa tensão.

O decreto de lei 16/2020 apresenta as respetivas taxas necessárias ao longo do pedido de inspeção de instalações com potência superior a 30 kW.

Ao longo do processo de licenciamento, é emitida uma taxa quando a instalação é registada no portal, após a análise deste mesmo registo, é emitida uma nova taxa relativamente ao pedido de inspeção e este pedido depois de ser apreciado, é emitida uma nova taxa pela entidade inspetora, na tabela 3 estão presentes estas mesmas taxas.

É possível fazer um pedido de averbamento de potência para uma UPAC já registada na DGEG, para este pedido também é emitida uma taxa ao cliente.

As UPACs com potência instalada superior a 30 kW encontram-se sujeitas a inspeções periódicas de dez em dez anos, quando a potência instalada é superior a 1 MW é feita de oito em oito anos (Republica, 2020).

Desenvolvimento e licenciamento de projetos fotovoltaicos

Tabela 3-Taxa referente ao procedimento administrativo (Republica, 2020)

Procedimento administrativo	Potência (kW)	Registo de UPAC com injeção na RESP	Registo de UPAC sem injeção na RESP
Apreciação do pedido de registo	≤30 kW	Isento	Isento
	>30 kW e ≤100 kW	200 €	140 €
	>100 kW e ≤250 kW	400 €	240 €
	>250 kW e ≤1000 kW	600 €	400 €
Apreciação do pedido de certificado de exploração sem inspeção DGEG	>30 kW e ≤250 kW	80 €	80 €
	>250 kW e ≤1000 kW	120 €	120 €
Apreciação do pedido de certificado de exploração com inspeção DGEG	>30 kW e ≤250 kW	240 €	240€
	>250 kW e ≤1000 kW	360 €	360 €

5. PROJETOS DESENVOLVIDOS DURANTE O ESTÁGIO

No capítulo 5, vão ser abordados os projetos realizados ao longo do estágio curricular.

Inicialmente vão ser abordados as diversas formas de contacto com a empresa *SunEnergy®*, seja via telefone, e-mail, como visita às instalações tanto na sede em Coimbra como nas instalações de franchisados pelo país e as informações que são necessárias para iniciar o processo de aquisição de um sistema fotovoltaico.

O tipo de serviço também varia consoante o pretendido, quer seja para instalações mais pequenas a nível residencial, como para instalações maiores a nível empresarial.

Posto isto, vão ser apresentados diferentes tipos de projetos, desde kits de autoconsumo com e sem baterias (tendo por base os preços apresentados no site da empresa), a projetos elaborados a nível industrial.

Uma seção será dedicada às propostas que incluem sistemas de armazenamento de energia por meio de baterias. Avaliaremos as vantagens e desafios desses sistemas.

A opção de obter um sistema fotovoltaico sem sistema de armazenamento também será abordado, tendo em conta as suas vantagens perante o sistema com baterias.

Além disso, serão abordados os sistemas fotovoltaicos de grande escala a nível industrial. Esta seção abordará os desafios do dimensionamento de uma UPAC, incluindo avaliações do local, análise de consumos e ligação à rede.

O objetivo deste capítulo é adquirir uma melhor compreensão relativamente ao processo de dimensionamento de um PV.

5.1 Contacto com o cliente

Após ser feito o primeiro contacto com o cliente, é necessário recolher as informações seguintes antes de iniciar o projeto:

Tipo de telhado – é importante saber o tipo de cobertura onde vai ser colocada a instalação, visto que o custo varia consoante se é telha, chapa *sandwich*, gravilha, betão etc. No caso de o telhado ser plano, será necessário utilizar uma estrutura para dar a inclinação e orientação indicada para a melhor produção do painel.

Tipo de estrutura – ao saber o tipo de telhado, permite utilizar a estrutura mais adequada para fazer a instalação, ajudando a reduzir o risco de danos do sistema. São utilizados na empresa vários tipos de estruturas, das quais se destacam, triângulos, *solarblock*, *esdec* e coplanar.

Faturas – As faturas permitem-nos saber os consumos do cliente, de forma a dimensionar o sistema. O tipo de instalação monofásica ou trifásica é também bastante importante pois permite-nos escolher o inversor mais adequado. Os dados relativamente à potência contratada, dá-nos a informação de máxima potência que a instalação pode ter para que o quadro não saia de serviço. Ou seja, ao exceder a potência contratada, há um risco maior de sobrecarga da rede elétrica e nos componentes elétricos, o que pode causar sobreaquecimento, incêndios ou falhas no sistema elétrico. Para além que pode causar problemas na certificação, pois vai contra os padrões regulamentares.

Desvio face a sul – a orientação do telhado onde o cliente pretende fazer a instalação ou onde o comercial e engenheiro aconselham a fazer a mesma, é essencial pois a orientação relativamente a sul permite que haja um melhor aproveitamento do PV.

5.2 Visita ao local

Após a recolha de dados no primeiro contacto com o cliente, é fundamental uma visita ao local onde vai ser feita a instalação, pois possibilita ao comercial criar uma relação mais pessoal com o cliente e facilitar o contacto entre ambos visto ser este “o rosto” da empresa ao longo de todo o processo. É indispensável durante a visita ao local, confirmar todas as características da infraestrutura como estudar novas possibilidades se assim for necessário.

Por último, é imprescindível localizar um possível local de injeção (por norma junto ao quadro geral ou um quadro parcial).

Nas figuras 21, 22 e 23, é possível visualizar um exemplo das características de um local onde irá ser feita uma instalação. Na figura 21 a altura do edifício e possíveis platibandas, na figura 22 a inclinação do telhado (duas águas), o tipo de telhado (chapa) e respetiva estrutura a utilizar (coplanar) e na figura 23 um exemplo de um espaço indicado para colocar os inversores (junto ao quadro geral / parcial), ou seja, a zona técnica.



Figura 21-Altura do edifício



Figura 22-Tipo de estrutura



Figura 23-Zona técnica

5.3 Proposta

Como todas as instalações são únicas, também as propostas o são, sendo que a empresa disponibiliza várias possibilidades como:

- Kits de autoconsumo
- Dimensionamento de uma MCP
- Dimensionamento de uma UPAC

5.3.1 Kits de autoconsumo

De forma a conseguir chegar mais facilmente às necessidades do cliente, foram criados pela empresa kits para autoconsumo. Os kits variam entre 4 a 12 painéis e mudam consoante o tipo de instalação, monofásica ou trifásica, distância e características da instalação.

No site da empresa é possível consultar os preços destes mesmos kits presentes nas figuras 24, 25, 26 e 27:



Figura 24-Preço kits de autoconsumo para instalações monofásicas (Sunenergy, 2022)



Figura 25-Preço kits de autoconsumo para instalações trifásicas (Sunenergy, 2022)

É também possível adquirir um kit autoconsumo com baterias, estando no site apresentado os preços seguintes para instalações de 12 a 24 painéis no caso das instalações monofásicas como kits de 12 a 28 painéis para instalações trifásicas.



Figura 26-Preço kits de autoconsumo para instalações monofásicas com baterias (Sunenergy, 2022)



Figura 27-Preço kits de autoconsumo para instalações trifásicas com baterias (Sunenergy, 2022)

Todos os dados apresentados são para condições padrão, neste caso, considerando uma estrutura de suporte e fixação para telhado inclinado e preços “chave na mão”, ou seja, que já incluem todos os equipamentos necessários para instalação, desde painéis, inversores, baterias, contadores, sistemas de monitorização, cabos, mão obra e deslocação.

Os pedidos de proposta são todos avaliados consoante as necessidades do cliente, sendo os preços de kit uma referência para o cliente e para a equipa de engenharia responsável por dimensionar as propostas.

5.3.1.1 Dimensionamento de um kit de autoconsumo

No caso real representado de seguida, o cliente solicitou um kit de autoconsumo.

A partir da fatura de eletricidade, retira-se as informações relativamente às características da instalação como a potência contratada (6,9 kVA) e tipo de instalação (monofásica).

A parte mais importante no dimensionamento de um sistema fotovoltaico são os consumos anuais do cliente, pois permitem deduzir o tipo de inversor a utilizar na instalação, ou seja, a potência que deve ser produzida face aos consumos.

Na figura 28 é possível visualizar os consumos a nível mensal da fatura de eletricidade, a partir desta conseguimos saber que o consumo médio do cliente foi cerca de 400 kWh.

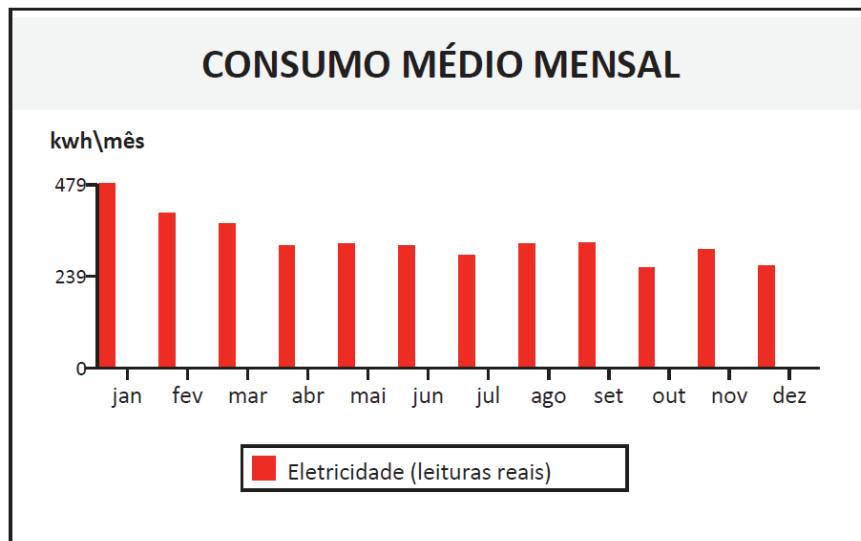


Figura 28-Consumo mensal do cliente

O passo seguinte é consultar o site *Photovoltaic Geographical Information System*, pois permite-nos obter o gráfico da figura 29 que corresponde a uma estimativa de produção do PV a nível anual.

Para chegarmos ao valor de potência nominal, consideramos inicialmente como potência instalada no programa PVGIS, metade do valor da potência contratada, para saber se a produção do PV é excessiva ou não.

Relativamente às perdas no sistema, é considerado 3,5% (1,5% de perdas DC e 2% de perdas AC).

Relativamente ao valor de inclinação, foi considerado 5° porque o painel vai ser colocado numa cobertura em telha em estrutura coplanar, com orientação para sul.

Posto isto, chegou-se à conclusão de que com a potência de 2 kW_n, a produção do sistema é equivalente ao consumo do cliente, como demonstrado na figura 29.

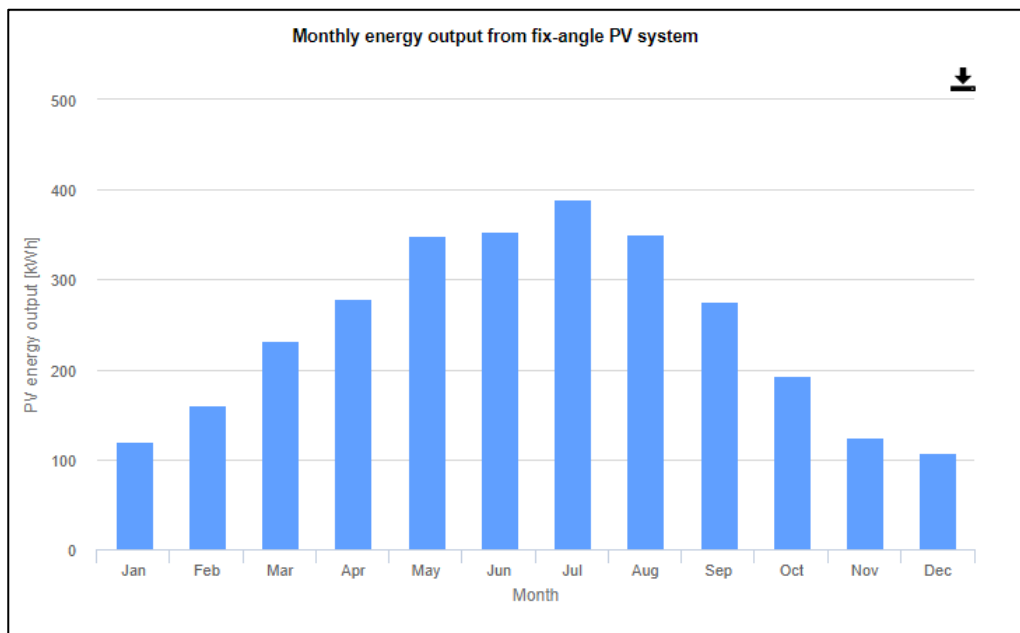


Figura 29-Produção do PV no PVGIS

Tendo por base a potência nominal de 2kW_n, é possível utilizar o kit de 6 painéis de 350 W (2.1 kW_p), presente na figura 24 com o preço de 2900 euros. É aconselhado a que a potência pico seja sempre superior à potência nominal do inversor para garantir o arranque do inversor e o seu bom funcionamento.

Nesta instalação não será necessário contador de produção porque a potência nominal não ultrapassa os 4 kW_n, o sistema de monitorização será escolhido de acordo com a marca do inversor colocado para os kits de autoconsumo e as proteções do quadro fotovoltaico (disjuntor diferencial e disjuntor) serão dimensionados de acordo com a potência nominal do inversor. O dimensionamento da cablagem DC e AC não foi efetuada pelo aluno.

5.3.1.2 Dimensionamento de um autoconsumo com baterias

O dimensionamento de um autoconsumo com baterias é feito dentro do mesmo conceito que o kit de autoconsumo apresentado no capítulo 5.3.1.1.

A diferença no projeto apresentado neste capítulo, é que foi elaborado de acordo com as exigências do cliente, e não com os equipamentos e preços standard dos kits apresentados no capítulo 5.3.1.

Ao tratarmos de um valor superior de consumos energéticos, é utilizado um valor superior de painéis e diferentes equipamentos (inversor, contador e elementos do

quadro fotovoltaico). Teremos de introduzir os preços dos mesmos manualmente, tratando-se de uma proposta personalizada.

O cliente pretendia uma proposta com um inversor da marca *Solax* e com baterias de armazenamento.

Analisando os consumos presentes na fatura que estão apresentados na Figura 30, podemos ver que anualmente o cliente consome cerca de 3469 kWh.

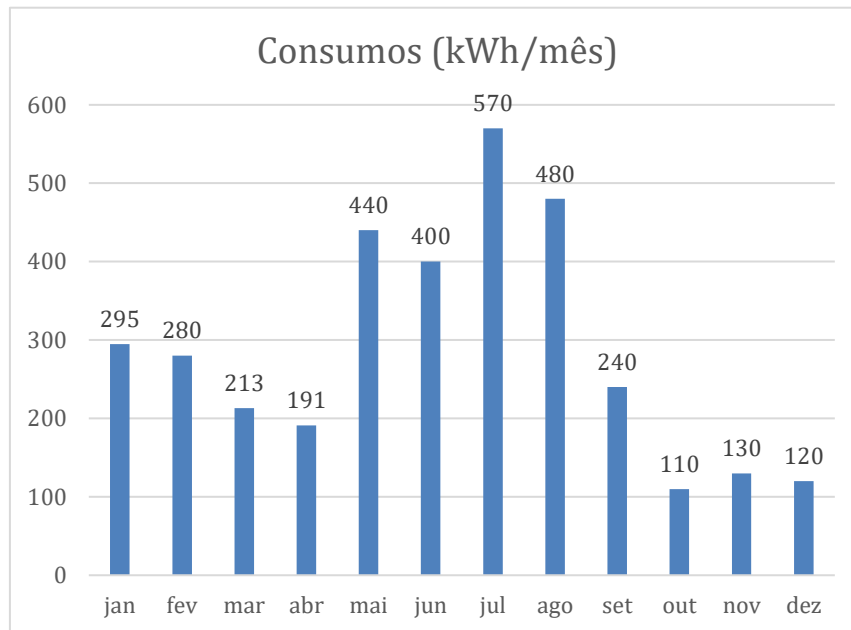


Figura 30-Consumo mensal do cliente

Com base nas necessidades de energia do cliente, na contratação de uma potência monofásica de 6.9 kVA, e considerando a instalação de um sistema de bateria, foi selecionado um inversor Solax modelo X1-Hybrid-3D de 3 kW de capacidade nominal. Este modelo é híbrido, o que significa que é compatível com sistemas de armazenamento de energia, como baterias. Além disso, é possível aumentar a sua capacidade máxima para até 3.6 kWp ao sobredimensionar o inversor em 20%, proporcionando uma margem adicional de potência para lidar com picos de potência.

O cliente solicitou que os painéis fossem da marca Jinko Solar (*Tier 1*).

Tendo em conta esta exigência e a potência do painel necessária, para que a potência de pico seja superior à potência nominal do inversor, foi necessário utilizar 8 painéis de 425 W. É possível chegar ao valor de potência de pico de 3.4 kWp ao utilizar 8 painéis de 425Wp (8x425W).

Como a estrutura do telhado em estudo é *sandwich*, é aconselhado a posicionar os painéis no sentido horizontal, para facilitar a sua instalação.

Não será necessário colocar contador de produção porque a potência nominal é inferior a 4 kWn e o quadro fotovoltaico terá as suas proteções dimensionadas (disjuntor diferencial e disjuntor) de acordo com a potência nominal do sistema. O dimensionamento de cabelagem não foi realizado pela aluna.

O sistema de monitorização utilizado será *Solax Pocket-Wifi* por ser utilizado um inversor da marca Solax.

A bateria de armazenamento escolhida é *Solax Triple Power Battery* de 5.8 kWh por ser compatível com a marca do inversor, tal como indicado no capítulo 3.7.

O cliente pretendia colocar baterias para que o excesso de produção de energia fosse armazenado e não injetado na rede gratuitamente, de modo a poder aproveitar para autoconsumo durante o período da noite, altura em que o cliente se encontra em casa. Sendo uma instalação monofásica e tendo em conta os baixos consumos, apenas é necessário instalar uma bateria para o sistema funcionar.

Sendo uma proposta personalizada devido aos equipamentos escolhidos, o preço da instalação também varia. Tendo por base o kit de autoconsumo monofásico de 12 painéis e 1 bateria de 5.8 kWh apresentado na figura 26, o preço do sistema pode rondar os 9500€.

5.3.2 Dimensionamento de uma UPAC

Neste ponto vai ser exposto um projeto elaborado e implementado para uma empresa na zona de Coimbra.

A obra trata-se de um incremento, já existindo uma instalação de 60 kWn na cobertura do cliente.

O objetivo do cliente era colocar o máximo de painéis possíveis no espaço ainda disponível na cobertura e vender o excedente produzido à rede.

Segundo os consumos mensais disponibilizados pelo cliente, como podemos ver no gráfico da figura 31, a empresa chega a consumir uma média de 92 MWh por ano de energia elétrica.

Tendo estes consumos em causa, ao fazer o estudo de produção de energia fotovoltaica no PVGIS (figura 32), apenas com 60 kW era possível chegar aos consumos previstos, pois a estimativa de produção anual fotovoltaica seria 89 MWh. Foi considerado 3,5% de perdas, 5° de inclinação dos painéis e de orientação 33°(considerando que o sul é 0°).

Tendo por base o mês de setembro, por ser o mês com consumos mais realistas, devido às suas temperaturas mais amenas, foi consumido 8.710 kWh, que é equiparada a uma estimativa de produção do sistema fotovoltaico (8.516,44 kWh).

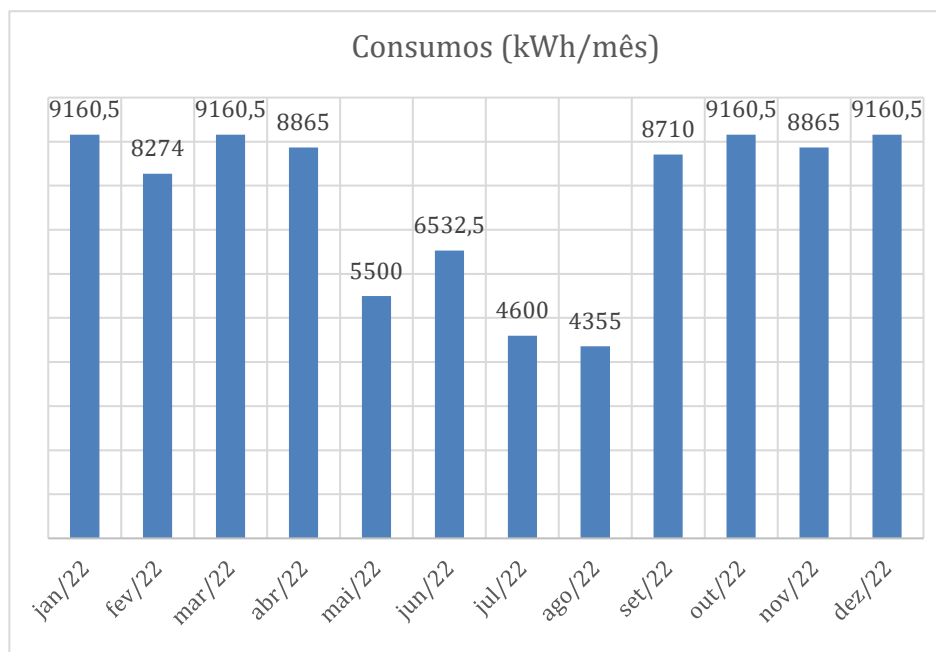


Figura 31-Consumo mensal do cliente

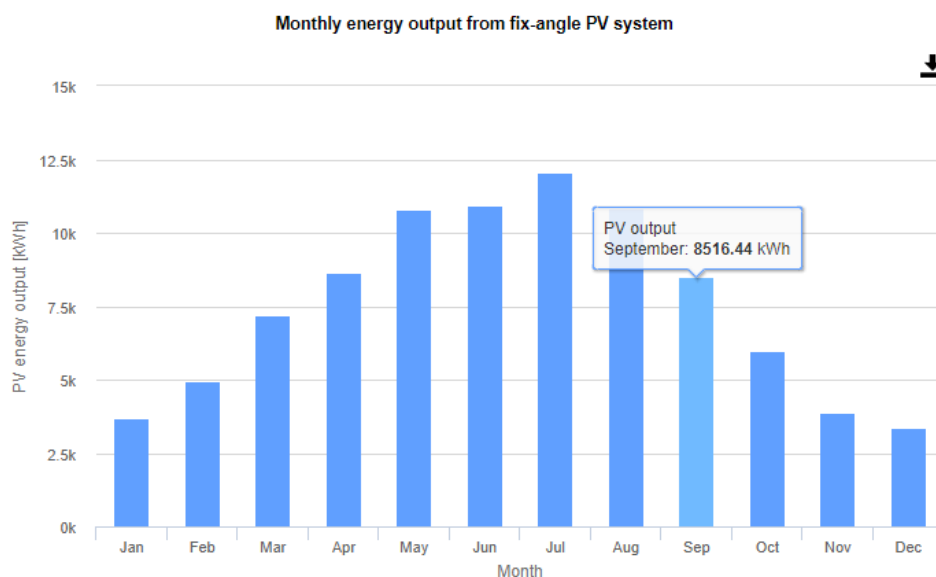


Figura 32- Produção do PV no PVGIS

Para ocupar toda a estrutura disponível, foi elaborada uma proposta com um incremento de 120 kWn com dois inversores de 60 kWn e 141.9 kW_p com 258 painéis de 550 W.

Deste modo, estaria instalado na empresa um total de 180 kWn e não seria ultrapassado a potência contratada de 372 kVA.

Na figura 33 é possível visualizar a vermelho o dimensionamento no PVSOL onde foi implementado o incremento.

A instalação foi feita em estrutura coplanar devido à cobertura em chapa *sandwich*, onde os painéis foram instalados com inclinação de 5° em ambas as águas.

Por se tratar de telhado *sandwich*, os painéis foram instalados de forma horizontal. Na água nordeste com orientação face a norte de 27°, foram instalados 129 painéis de 550W e na água sudoeste com orientação face a norte de 212°, 129 painéis de 550W, de forma a garantir o melhor aproveitamento de incidência solar ao longo do dia e o equilíbrio do sistema ao dividir a potência pico.



Figura 33-Dimensionamento PVSOL

Na análise de rendimento efetuada automaticamente pelo PVSOL (tabela 4), o desempenho do sistema co previsto é 79,38%.

A diminuição do rendimento por sombreamento, refere-se à percentagem da instalação que pode perder rendimento devido ao sombreamento, que neste caso é 0% pois não existem obstáculos (chaminés, vegetação, edifícios etc.).

A energia total produzida pelo gerador fotovoltaico é 176.296 kWh/Ano, tendo em conta que este valor se divide em duas parcelas, 54.104 kWh/Ano (30,7%) referente a autoconsumo e 122.192 kWh/Ano referente à injeção na rede.

O rendimento anual específico, é de 1242,24 kWh/kWp que resulta da divisão do valor de energia total produzida pelo gerador fotovoltaico, pela potência de pico total (176.296 kWh /141,9 kWp).

O valor de emissões de CO_2 evitadas por ano é equivalente a 82.849 kg/ano, que é calculado através da fórmula:

$$CO_2 \text{ evitado} = \text{Produção de Energia (kWh)} \times 0,47 \quad (3)$$

O valor de 0,47 é um fator de conversão usado para estimar as emissões de CO_2 evitadas com base na energia produzida e é utilizado como média global (República, 2008).

Sendo que, o valor de produção de energia é 176.296 kWh:

$$CO_2 \text{ evitado} = 176.296 \times 0,47 = 82.859 \text{ kg/ano}$$

A discrepância do valor, deve-se ao facto de o programa PVSOL considerar o valor 0,4699 % como constante.

O nível de autonomia do sistema foi de 58,6% no projeto implementado com 120 kWn, sendo que representa o valor de 54.104 kWh/Ano perante o consumo anual estimado de 92 MWh.

Tabela 4-Previsão de rendimento PVSOL

Previsão de rendimento	
Potência do gerador fotovoltaico	141,90 kWp
Rendimento anual específico	1 242,24 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	79,38 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	0,0 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	176 296 kWh/Ano
Autoconsumo	54 104 kWh/Ano
Limitação no ponto de injeção	0 kWh/Ano
Injeção na rede	122 192 kWh/Ano
Autoconsumo	30,7 %
Emissões de CO_2 evitadas	82 849 kg/ano
Nível de autonomia	58,6 %

A distribuição de *strings*, permite equilibrar o sistema a nível de correntes por MPPT e é feito no programa *PVSOL*. Na tabela 5, é possível ver um exemplo de distribuição das *strings* implementadas na UPAC em estudo, onde foram colocados dois inversores *Huawei Sun2000-60KTL-M0* com 6 MPPT's cada, totalizando 129 painéis de 550W, ou seja, 69.66 kWp.

Tabela 5 - Distribuição de strings inversor 1 e 2

INVERSOR	kWp	STRINGS	N.º DE PAINÉIS/STRINGS	Nº DE MPPT'S
Huawei SUN2000 60KTL-M0	69.66	S1	18	1
		S2	18	
		S3	17	2
		S4	18	3
		S5	19	4
		S6	19	5
		S7	20	6
Total de Painéis			129	

O sistema de monitorização do projeto referido será um *SmartLogger 3000A*, pois é o equipamento compatível com a marca do inversor utilizado (Huawei).

5.3.3 UPAC em dimensionamento

Neste ponto vai ser apresentado um projeto prático realizado durante o estágio e refere-se a um sistema de autoconsumo, projetado para uma empresa na zona de Felgueiras. Este projeto foi desenvolvido durante o estágio, desde o contacto com o cliente, visita ao local e possível futura execução e conclusão do mesmo.

Na mesma dinâmica que uma proposta simples, por base nos consumos do cliente foi possível fazer um estudo e desenvolver um projeto adaptado para as suas necessidades. Na figura 34, é possível ver os consumos mensais da empresa segundo o diagrama de cargas mensal facultado pela mesma.

É possível visualizar que existe um consumo total de 515.223 kWh de dezembro de 2021 a dezembro de 2022, sendo que o mês de agosto tem menor consumo de energia pois coincide com o período de férias de verão da empresa. Em relação aos meses de maior consumo, março e maio, coincidem com o período de maior produção.

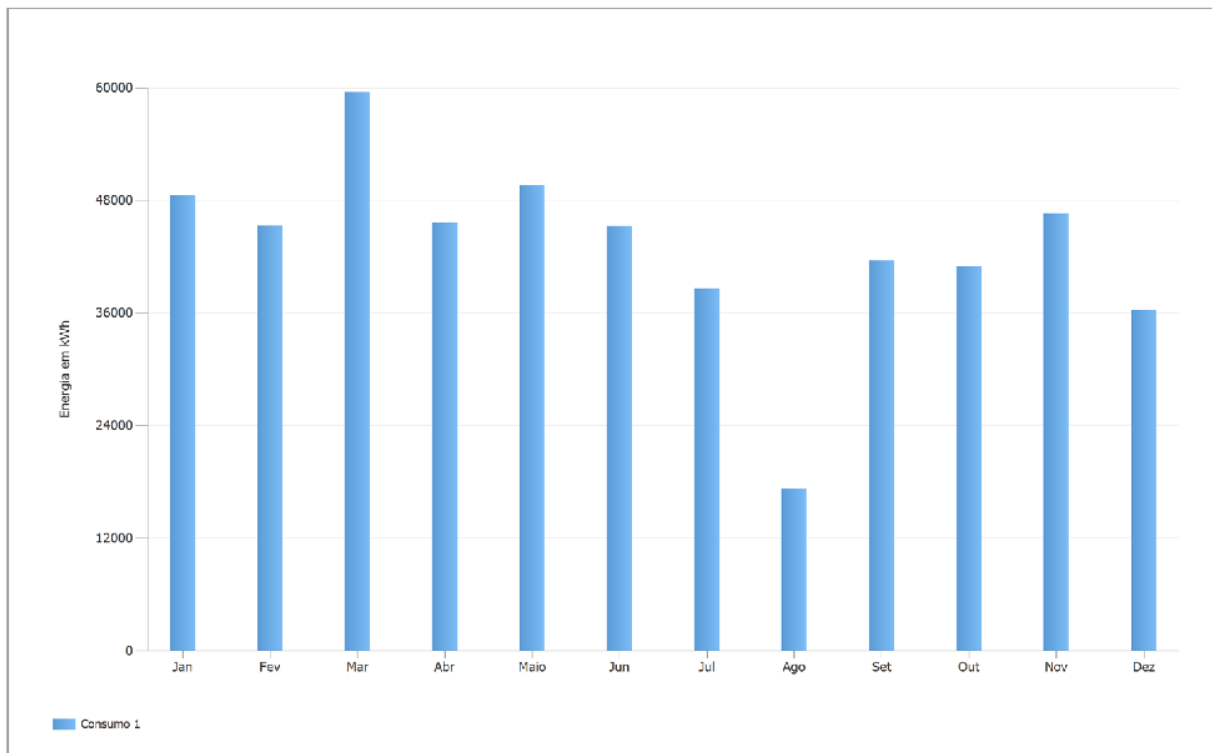


Figura 34-Consumo mensal do cliente

Sendo que o cliente tem uma potência contratada de 245,03 kW e pretende instalar o máximo de potência nominal possível, optou-se por preencher toda a estrutura disponível, não ultrapassando a potência contratada.

Sendo a estrutura com águas a sudeste com a orientação face a norte de 158° e a noroeste com a orientação face a norte de 337°, foi desenvolvido um projeto no *PVSOL*, com painéis (inclinação 5°) em estrutura coplanar e estrutura triângulos (inclinação 10°), de modo a conseguir ter melhor proveito da incidência solar na água a noroeste.

Foi então dimensionado um projeto com 2 inversores de 60 kWn e 291 painéis de 450 W, totalizando 130.95 kWp.

Sendo que o inversor pode ser sobredimensionado até 20% da sua potência nominal, totaliza desta forma 140 kWn.

Na figura 35 estão representadas duas águas viradas para sudeste com 228 painéis de 450 W em estrutura coplanar e na figura 36 uma água virada para noroeste com 63 painéis em estrutura triangular, de modo a que seja possível haver maior captação de luz solar ao longo do dia. Como foi explicado no capítulo 3.4, orientar os painéis para sul, permite que recebam luz solar direta durante a maior parte do dia, o que aumenta sua capacidade de gerar eletricidade.

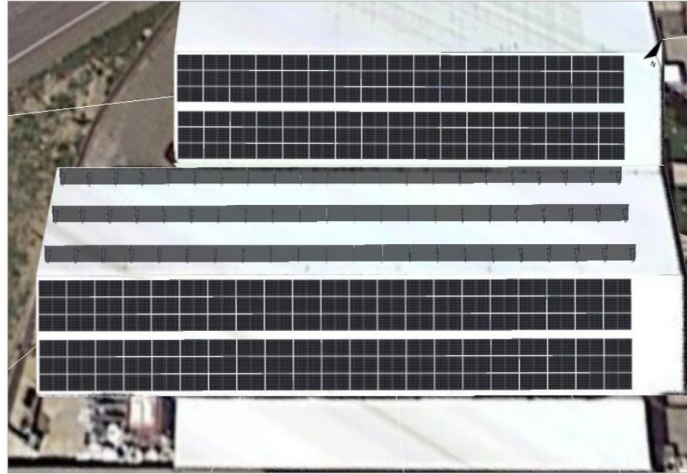


Figura 35-Edifício água sudeste

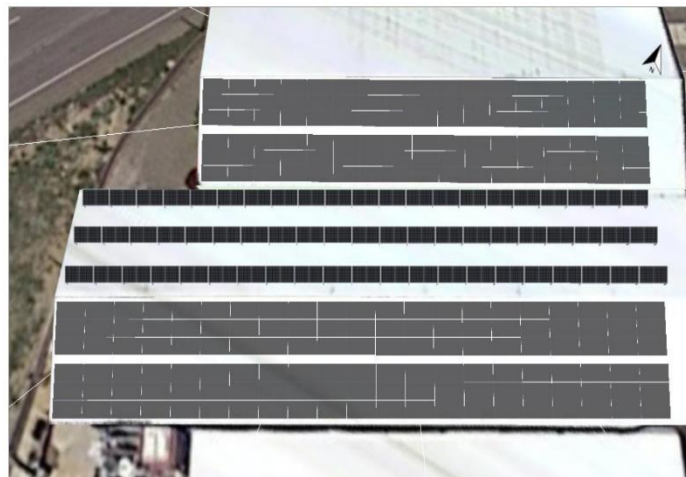


Figura 36- Edifício água noroeste

De acordo com os dados emitidos pelo programa, o desempenho do sistema fotovoltaico previsto é 85,3% como é possível ver na tabela 6. A diminuição do rendimento por sombreamento refere-se à percentagem da instalação que pode perder rendimento devido ao sombreamento provocado por edifícios vizinhos e platibandas, que neste caso representa apenas 2.5%.

A energia total produzida pelo PV é 185.275 kWh/ano, tendo em conta que este valor se divide em duas parcelas, 114.148 kWh/ano (61,6%) referente a autoconsumo e 71.127 kWh/ano referente à injeção na rede, equivalente a 38,4% da energia do gerador fotovoltaico.

O rendimento anual específico é de 1414,68 kWh/kWp que resulta da divisão do valor de energia total produzida pelo sistema fotovoltaico pela potência de pico total (185.275 kWh /130,95 kWp).

O valor de emissões de CO_2 evitadas por ano é equivalente a 87069 kg/ano, que é calculado através da fórmula:

$$CO_2 \text{ evitado} = 185275 \times 0,47 = 87079.25 \text{ kg/ano}$$

A discrepância do valor, deve-se ao facto de o programa PVSOL considerar o valor 0,4699 % como constante.

O nível de autonomia do sistema foi apenas 22,2%, pois será consumido tudo o que é produzido pelo sistema fotovoltaico, o que leva a que ocorra ainda uma grande dependência da rede elétrica.

O valor 22,2% representa o autoconsumo de 114.148 kWh/ano perante o consumo anual estimado de 515.223 kWh.

Tabela 6-Previsão de rendimento PVSOL

Previsão de rendimento	
Potência do gerador fotovoltaico	130,95 kWp
Rendimento anual específico	1 414,68 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	85,30 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	2,5 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	185 275 kWh/Ano
Autoconsumo	114 148 kWh/Ano
Limitação no ponto de injeção	0 kWh/Ano
Injeção na rede	71 127 kWh/Ano
Autoconsumo	61,6 %
Emissões de CO_2 evitadas	87 069 kg/ano
Nível de autonomia	22,2 %

É possível ver na tabela 7 e 8, a distribuição dos painéis por *string* e por inversor no programa *PVSOL*. No inversor 1 (Tabela 7), estão ligados 144 painéis de 450W, distribuídos por 6 MPPTS, totalizando 64,5 kWp. No inversor 2 (Tabela 8), estão ligados 147 painéis de 450W, distribuídos por 6 MPPTS, totalizando 66,15 kWp.

INVERSOR	kWp	STRINGS	N.º DE PAINÉIS/STRINGS	Nº DE MPPT'S
Huawei SUN2000- 60KTL-M0	66.15	S1	18	1
		S2	18	
		S3	18	2
		S4	18	
		S5	18	3
		S6	18	4
		S7	18	5
		S8	21	6
Total de Painéis			147	

Tabela 7-Distribuição das strings inversor 1

INVERSOR	kWp	STRINGS	N.º DE PAINÉIS/STRINGS	Nº DE MPPT'S
Huawei SUN2000- 60KTL-M0	64.8	S1	17	1
		S2	17	
		S3	21	2
		S4	21	
		S5	17	3
		S6	17	4
		S7	17	5
		S8	17	6
Total de Painéis			144	

Tabela 8-Distribuição das strings inversor 2

O sistema de monitorização do projeto referido será um *SmartLogger 3000A*, pois é o equipamento compatível com a marca do inversor utilizado (Huawei).

6 REGISTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO

No próximo segmento, será apresentado o aspeto central do trabalho executado durante o estágio curricular da aluna. O capítulo 6 vai abordar os diferentes processos de licenciamento que foram realizados pela aluna durante o estágio na empresa *SunEnergy*®.

É necessário que uma unidade de produção de autoconsumo preencha alguns requisitos de maneira a que seja apreciada, como por exemplo, a sua produção ser a partir de fontes de energia renovável, poder injetar excedente na RESP, a potência de ligação ser inferior ou igual à certificada, a energia excedente ser ou não vendida à rede (CUR/Comercializador ou a terceiros) e o titular da UPAC ser o mesmo titular do consumo (E-Redes, 2021).

Após preencher todas estas condições, é possível prosseguir com o registo.

Como já foi referido no capítulo 4, de acordo com a legislação, estão sujeitas a comunicação previa quatro tipos de processos (E-Redes, 2021):

- UPAC com potência instalada inferior ou igual a 700 W – Está isenta de controlo prévio, no entanto recomenda-se o registo no Portal do Autoconsumo (DGEG);
- UPAC cuja potência instalada superior a 700 W e igual ou inferior a 30 kW – Carece de mera comunicação prévia (MCP);
- UPAC cuja potência instalada superior a 30 kW e igual ou inferior a 1 MW – Carece de registo prévio e certificado de exploração;
- UPAC com potência instalada superior a 1 MW – Carece de licença de produção e licença de exploração.

O registo de uma unidade de produção torna-se definitivo com a emissão do certificado de exploração após a instalação e verificação da sua conformidade.

Quando o cliente decide avançar com a instalação do sistema e assina o contrato como prova de responsabilidade de ambas as partes, inicia-se o processo de registo da instalação na plataforma da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), mais especificamente no Sistema de registo de instalações elétricas de serviço particular (SRIESP).

Existem dois tipos de processos de licenciamento feitos pela empresa, para instalações de potência inferior ou igual a 30 kWn e superiores a 30 kWn.

Os registos com potência inferior a 30 kWn são referentes às instalações residenciais ou pequenas empresas, sendo o processo diferenciado.

Enquanto as instalações com potência superior a 30 kWn, são geralmente empresas com consumos consideráveis.

Nos pontos 6.1, 6.2 e 6.3 vão ser explicados como são feitos os três processos de licenciamento no portal da DGEG.

6.1 Registo de uma MCP de cliente particular

O processo de licenciamento de MCP's (≤ 30 kWn) é feito perpetuamente da mesma forma, sendo este o presente na figura 37:



Figura 37-Processo de licenciamento de uma MCP

Para criar uma conta ao cliente é necessário aceder ao portal da DGEG-SRIESP, onde vamos encontrar diferentes opções, entre as quais, Nova Entidade Autoconsumo.

De seguida, é necessário preencher com os dados pessoais do cliente os campos presentes na plataforma, como a morada de fornecimento, o CPE e o NIF coincidentes com a fatura de eletricidade, pois estes dados são verificados automaticamente com a base de dados da E-Redes.

Após submeter o formulário, o portal envia um e-mail com os dados de login ao cliente, podendo ser depois alterado.

Ao entrar na conta, o utilizador pode proceder ao registo da sua instalação preenchendo o formulário presente na figura 38 com os dados referentes a instalação como:

Desenvolvimento e licenciamento de projetos fotovoltaicos

- CPE
- Possibilidade de injeção na rede
- O tipo de inversor, potência nominal e número de série
- Número de painéis, potência e características
- Número da DGEG da entidade instaladora
- Termo de Responsabilidade
- Esquema Unifilar

MCP [Dec. Lei 162/2019]

Alteração de MCP Instalação ligada à rede: ☒

Registo: **MCP** Cadastro: [DESCONTIN] Data/Hora registo: 2023-01-26 17:41:27.97 Última alteração: 2023-01-26 17:41:27.943 Estado: Certificado final

Denominação social: [REDACTED] NIF/NIPC: [REDACTED] CPE: [REDACTED] Operador de rede: E-REDES - DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, S

Morada: [REDACTED] Código Postal: [REDACTED]

Email entidade: [REDACTED] Pessoa contacto: [REDACTED] Telemovel: [REDACTED] Comprovativo: [REDACTED] Potência contratada: 6.90 kW Potência requisitada: 10.35 kW

Tensão de alimentação: 400.00 V Tensão de contagem: 400 V

Tipo de Fontes

Solar: ☒ Hídrica: ☐ Eólica: ☐ Biomassa: ☐ Biogás: ☐

Potência geradores: 3.20 kW Potência instalada: 3.10 kW Injeta energia na rede: ☒

Inversores

Marca: (Selecione) Modelo: (Selecione) Nº Série: Potência Nominal: kVA/kW

Sofar Solar Sofar3000TL SA3ES230N6H19 3.100

Painéis

Número painéis: Potência Unitária: kW Tipo célula: (Selecione)

8 0.400 Monocristalino

Tipo Entidade: Entidade instaladora (nº DGEG): ORIGINAL SUNENERGY, LDA Técnico responsável execução: Paulino Gonçalves Oliveira

Termo responsabilidade: Esquema unifilar: Declaração:

informação complementar

Figura 38-Formulário de submissão Nova MCP

Por parte da equipa de engenharia, é necessário submeter dois documentos importantes.

A declaração de conformidade presente na figura 39, onde é referida a entidade instaladora, os dados do cliente, a potência instalada e potência nominal (ambas referentes à potência do inversor) e a potência de injeção. Esta declaração é assinada pelo técnico responsável pela execução e pela gerência da empresa responsável pela instalação.

Instalações Elétricas				
Declaração de conformidade de execução				
.....⁽¹⁾, inscrita na DGEG com o n.º, com habilitação para o exercício de atividade devidamente enquadrado no regime jurídico aplicável à execução (Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro) de instalações elétricas de produção, declara: 1. Haver executado a unidade de produção associada ao CPE, sita na⁽²⁾, de⁽³⁾ em conformidade com a legislação vigente e as regras técnicas aplicáveis, sob a responsabilidade do técnico⁽⁴⁾, inscrito na DGEG com o n.º 2. A referida unidade de produção se encontra instalada e em condições de entrar em exploração, cumprindo os requisitos de ligação à rede, nomeadamente o Regulamento (EU) 2016/631 (RfG) e a Portaria n.º 73/2020, de 16 de março.				
Potência instalada (kW)	Potência nominal (kW)	Potência de ligação à RESP (kW)	Fonte Primária	Tecnologia utilizada
_____ (Técnico responsável pela execução) 20__/__/__			_____ (A gerência)⁽⁵⁾	
¹ Nome da entidade instaladora ² Morada completa da unidade de produção ³ Nome do produtor ⁴ Nome do técnico responsável pela execução ⁵ Assinatura do representante da entidade instaladora com carimbo da empresa				

Figura 39-Declaração de conformidade de execução

Outro documento obrigatório é o esquema unifilar, o desenho onde se representa as ligações ao inversor, ligações de strings por MPPT, esquema do quadro fotovoltaico com os respectivos dados do diferencial e disjuntor e por último, ligação ao quadro elétrico do cliente. O esquema unifilar está presente na figura 40:

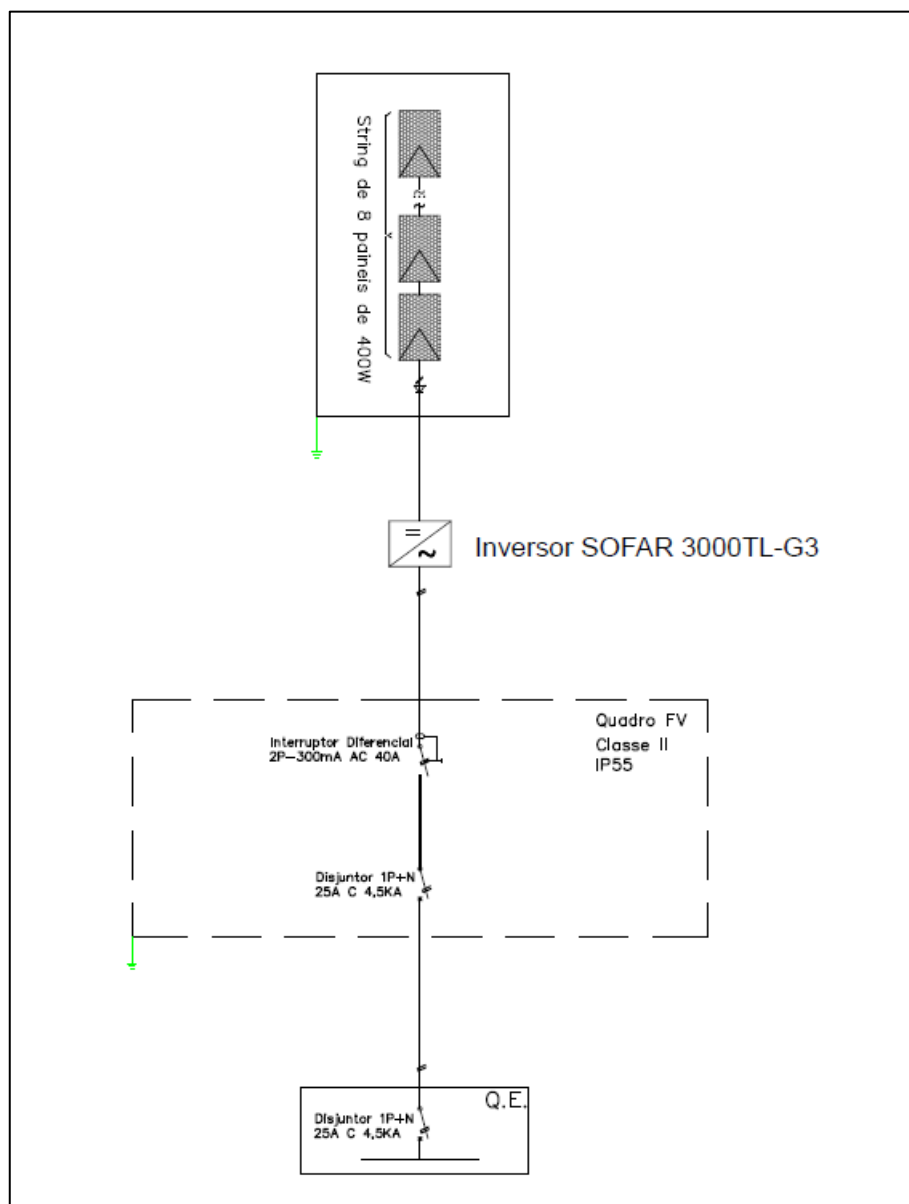


Figura 40-Esquema Unifilar

De acordo com a figura 40, podemos comprovar que o esquema unifilar contém uma string num MPPT, com oito painéis de 400W ligados a um inversor de 3 kWn monofásico, um quadro fotovoltaico e quadro elétrico do cliente com as devidas proteções.

Como o inversor é inferior a 4 kWn, não foi necessário colocar contador totalizador.

No SRIESP, é emitido automaticamente o recibo de submissão como é possível ver na figura 41. Este certificado, permite ao cliente vender o excedente produzido pelo seu sistema fotovoltaico, contendo o número de registo da sua instalação e CPE de produção. Para além das informações referentes à potência dos geradores (potência de pico), potência instalada (potência nominal) e potência de injeção (neste caso refere-se à potência nominal por ser inferior à potência de pico).



RECIBO DE SUBMISSÃO

Para os devidos efeitos, declara-se que o registo [REDACTED] /MCP em nome de [REDACTED] com o NIF/NIPC: [REDACTED] foi efetuado ao abrigo do disposto do artigo 59.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, tendo autorização para entrada em exploração nos termos do referido diploma e legislação complementar.

Nos casos nos quais se encontra prevista a injeção de energia excedente na rede, serve a presente declaração para permitir a realização do contrato de compra e venda da energia produzida e não consumida na instalação de consumo, considerando os seguintes elementos:

- . Injeta energia na rede: **Sim**
- . Denominação produtor: [REDACTED]
- . NIF/NIPC: [REDACTED]
- . Morada: [REDACTED]
- . CPE: [REDACTED]
- . CPE de produção: [REDACTED]
- . Fonte: **Solar**
- . Potência geradores: **3.20 kW**
- . Potencia instalada: **3.10 kW**
- . Potência de injeção na RESP: **3.1 kW**
- . Instalação ligada à RESP: **Sim**
- . Data de autorização para entrada em exploração: **2023-01-26**

A presente declaração é válida pelo prazo de 6 meses, contado a partir da data de emissão.

Lisboa, **04 de Dezembro de 2023**

Declaração emitida automaticamente pelo Portal do Autoconsumo, nos termos do Artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro.

Figura 41-Recibo de submissão

6.2 Registo de uma MCP de cliente empresarial

Quando se trata de um registo de uma MCP ($\leq 30 \text{ kW}_n$) de um cliente empresarial, o processo é idêntico, a única alteração é que é necessário submeter inicialmente uma declaração de autorização de tratamento de dados representada na figura 43. Na figura 42 está apresentado o processo de licenciamento:



Figura 42-Processo de licenciamento de uma MCP

A autorização de tratamento de dados para fins de licenciamento na direção geral de energia e geologia da figura 43, permite à empresa *Original Sunenergy* Lda ficar responsável pela identidade criada, pois quando se trata de um NIF empresarial, é obrigatório associar o mesmo à conta do técnico responsável, e só assim é exequível criar uma MCP.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

AUTORIZAÇÃO DE TRATAMENTO DE DADOS PARA FINS DE LICENCIAMENTO DA DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA

Nome Empresa com **NIF XXXXXXXXXX**, com sede em **Morada completa**. Ao assinar o presente documento, declara que autoriza **Nome do técnico responsável**, com o NIF **XXXXXXXXXX**, inscrito na DGEG com o número **XXXXXX**, como técnico responsável da instalação da Unidade de Produção para Autoconsumo a ser o utilizador interlocutor junto da entidade da DGEG para fins de licenciamento.

(A gerência)

Figura 43-Autorização de tratamento de dados na DGEG

Na figura 44 é possível conferir que quando é feito o registo de uma nova entidade empresarial, para além de solicitarem os dados pessoais do cliente (NIF, número de telefone e e-mail), ocorre a verificação do CPE e do NIF associado ao mesmo e comparece uma zona referente à associação ao técnico responsável, onde é submetida a declaração assinada pelo cliente presente na figura 43.

Registo de nova entidade no ambito do autoconsumo

País:

PT - Portugal

NIF: *

50

Denominação social: *

Telemóvel: *

Email: *

A mesma morada para faturação:

☒

Palavra-chave: *

verificar: *

A autenticação na aplicação apenas lhe confere acesso à sua área reservada, onde poderá gerir os responsáveis pelas diversas áreas de atuação, gerir informação referente à entidade e redefinir a palavra-chave.
Guarde a sua palavra-chave.
Nota importante: Toda a gestão de pedidos nas diversas áreas de atuação junto da DGEG serão efetuados pelo responsável da mesma.

Verificar a chave com o ORD

CPE: *

PT000

NIF: *

50

Verificar

Responsável da entidade

País:

PT - Portugal

NIF: *

Nome: *

Paulino Oliveira

Telemóvel (PT): *

96*****8

Email: *

p*****4@h*****.com

Autorização da entidade: ?

Ficheiro upload...

Figura 44-Registo de uma nova entidade na DGEG

Após a submissão do formulário, é necessário fazer login na conta do técnico responsável no portal da DGEG e registar a instalação da mesma forma que no capítulo 6.1, inclusive submeter a declaração de conformidade de execução e esquema unifilar.

Ao completar todos os passos indicados, é emitido de seguida o certificado de registo pela DGEG, tal como na figura 41, possibilitando ao cliente vender o excedente se for o pretendido.

6.3 Registo de uma UPAC

O registo de uma UPAC com potência instalada igual ou superior a 30 kWn é um processo mais complexo, na figura 45 está representado de forma sucinta os diferentes passos.



Figura 45-Processo de licenciamento de uma UPAC

Tal como no registo de uma MCP, é necessária uma declaração de tratamento de dados igual à figura 43 dando autorização à empresa *SunEnergy*® de tratar de todo o processo e associar a obra ao técnico responsável, visto as instalações desta dimensão se tratarem de obras no ramo empresarial.

Após criar uma entidade, submeter a declaração anteriormente solicitada ao cliente, e fazer login na conta do técnico responsável, o processo de licenciamento muda.

Ao fazer o registo de uma UPAC, os dados solicitados são:

- Potência dos geradores – Potência de pico dos painéis

- Potência de ligação - Potência dos painéis se esta for inferior à potência nominal
- Potência Solar – Potência nominal do inversor

Na figura 46 é possível ver o formulário de submissão destes mesmos dados referente ao caso de estudo no capítulo 5.3.2, tendo em conta a potência total, ou seja, primeira instalação e incremento realizado pela *SunEnergy*®.



Potências:				
Potência Instalada:	Potência de ligação:	Potência geradores:	Injeta energia na rede:	
180.00 kW	180.00 kW	208.34 kW	☒	
Solar:	Hídrica:	Eólica:	Biomassa:	Biogás:
180.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW	0.00 kW

Figura 46-Pré-registo UPAC

Após a submissão destes dados, é emitida uma taxa de pré-registo (taxa presente na tabela 3) , e quando o pagamento é realizado, o pedido de averbamento é enviado para análise de interligação e condições de ligação, para a E-Redes.

Se o pedido for aceite, inicia-se a certificação da instalação, submetendo-se todos os dados referentes à instalação, ou seja, características dos painéis, inversores e contador, declaração de conformidade de execução, seguro de responsabilidade civil e projeto elétrico.

A declaração de conformidade de execução, assinada pelo técnico responsável e pela gerência da empresa instaladora, declara que foi executada uma unidade de produção segundo o regulamento, sendo que a única diferença da figura 39 é ter o número de registo da UPAC que é emitido assim que é feito o pré-registo.

O seguro de responsabilidade civil é obrigatório e deve conter as características da instalação (número de painéis e inversores e potência respetiva), tipo de atividade (produção de energia elétrica), tipo de cobertura (responsabilidade civil) e o objetivo do seguro (produção de energia elétrica para autoconsumo).

Na identificação do projeto são referidos os dados da entidade exploradora e técnico responsável, identificação do imóvel e da instalação elétrica (baixa tensão), sendo esta assinada pelo técnico responsável pela obra de modo a declarar que está tudo em conformidade.

O termo de responsabilidade, reforça novamente as informações referentes ao promotor, técnico responsável, identificação do imóvel e informações da instalação elétrica (NIF e CPE). O termo é assinado pelo técnico responsável de modo a declarar que se observa no projeto de execução as disposições regulamentares bem

como outra legislação aplicável e ainda que o projeto simplificado está em conformidade com o projeto de execução respeitando a segurança aplicável.

O projeto elétrico deve conter a identificação do projeto (Anexo A), termo de responsabilidade (Anexo B), distribuição de strings como representado na tabela 5,7 e 8, quadro fotovoltaico, proteções utilizadas e dados técnicos (*datasheets* dos equipamentos, esquema unifilar da instalação, implementação das strings e zona técnica).

A distribuição de strings, permite saber quantos painéis existem por MPPT e por inversor, tal como a potência de pico total.

O quadro fotovoltaico, apresenta todas as proteções nele utilizadas, ou seja, à saída do inversor é colocado um quadro fotovoltaico com um diferencial e um disjuntor para cada inversor, um descarregador de sobretensões e um sinalizador modular, um contador de contagem indireta com TI de medição e um interruptor disjuntor para proteger toda a instalação, tal como representado no anexo C.

Entre o quadro fotovoltaico e o quadro geral é colocado um disjuntor de proteção dimensionado de acordo com a potência nominal total instalada.

No quadro geral de baixa tensão é colocado um disjuntor igual ao colocado no quadro FV.

É fundamental o projeto elétrico conter os *datasheets* dos equipamentos utilizados, painéis, inversores, contador de contagem direta ou indireta e sistema de monitorização, de modo a tornar a consulta das suas características mais ágil.

O esquema unifilar da instalação, inclui o esquema das strings por inversor e está representado no anexo D. Este mesmo anexo, representa a distribuição presente nas tabelas 5,7 e 8, o contador indireto visto tratar-se de uma instalação superior a 40 kWn e respetivas proteções e cabos.

A implementação das strings é feita automaticamente pelo PVSOL, sendo por vezes alterado no local pela equipa de obra, que por sua vez transmite a informação à equipa de engenharia que executa as alterações necessárias nos esquemas. No anexo E, é possível ver a ligação entre strings na obra em estudo.

A zona técnica representa o local onde foram instalados os equipamentos desde os inversores, quadro fotovoltaico, quadro geral, sistema de monitorização e contador, tem também representada a cablagem dimensionada e utilizada. No anexo F é possível ver a zona técnica dimensionada no projeto apresentado no subcapítulo 5.2.3.

Ao submeter estes dados, é emitida uma nova taxa, a taxa de apreciação de pedido de exploração, que quando paga, permite solicitar inspeção no portal e iniciar a verificação do correto preenchimento dos formulários apresentados no Portal do Autoconsumo como (Decreto-Lei n.º 162/2019,, 2019):

- Declaração emitida pelo técnico responsável de exploração da instalação elétrica do tipo B;
- Declaração, preenchida e subscrita, por entidade instaladora ou por técnico responsável pela execução, em como a UPAC se encontra instalada, observando os termos do respetivo registo e regulamentação aplicável;
- Projeto eletrotécnico;
- Seguro de responsabilidade civil;
- Existência de dispositivos de limitação de injeção de potência na RESP, caso aplicável;
- Ensaios de proteção de interligação com o ORD efetuados com sucesso, caso aplicável;

Quando é feito o pedido, é necessário eleger uma das entidades habilitadas para realizar inspeções a unidades de produção da lista presente na figura 47, a qual emite uma taxa de pagamento diretamente ao cliente, antes de efetuar a inspeção.

N.º ref.º	Nome Entidade	Morada (sede)	Código Postal	Telefone
Ec2.4/1	ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade	Av. prof. Dr. Cavaco Silva n.º 33 (TagusPark)	2780-994 Oeiras	214228100
Ec2.4/2	LIQ - Laboratório Industrial da Qualidade	Zona Industrial Norte, Rua do Portinho n.º 1431	3750-320 Águeda	234612770
Ec2.4/3	IEP - Instituto Eletrotécnico Português	Rua São Gens, 3717	4460-817 Custóias	229570000
Ec2.4/6	AP - Técnicas de Inspeção Unipessoal, Lda.	Rua Ferreira Lemos n.º 319, 3.º dto	4780-468 Santo Tirso	968321705
Ec2.4/7	CERTITEL - Certificações, Unipessoal, Lda.	Av. 5 de Outubro 38 A	8000-076 Faro	289821900
Ec2.4/8	GATECI - Gabinete Técnico de Certificação e Inspeção, Lda.	Av. Do Conde, n.º 5716-D	4465-093 S. Mamede de Infesta	224957173
Ec2.4/9	AnalíticaES, Lda.	Avenida Aliança Povo MFA PTMA, C306	2804-537 Almada	919503653
Ec2.4/11	Coproffis, Engenharia, Consultadoria e Formação Lda	Rua da Amendoeira, n.º 27, loja B	8005-545 Faro	289862386
Ec2.4/12*	LabSIAM - Serviço de Inspeção e Aparelhos de Medição	Rua do Ribeirinho de Baixo, n.º 33C	9050-447 FUNCHAL	291007718

Figura 47-Lista de entidades inspetoras

As UPACs com potência instalada superior a 30 kW encontram-se sujeitas a inspeções periódicas de dez em dez anos, quando a potência instalada é superior a 1 MW é feita de oito em oito anos.

Após ser feita a inspeção, é emitido o certificado de entrada em exploração ao cliente, de modo que possa dar início a atividade de exploração e ligação à RESP.

Devido ao Covid-19, a DGEG viu-se com elevados pedidos em atraso, e para combater esta questão, decidiu emitir uma declaração provisória de entrada em exploração, esta medida excecional aplica-se a todos os registos que solicitem a certificação das instalações diretamente no Portal do Autoconsumo e que apenas dependam do ato de vistoria/inspeção. Desta forma, o cliente pode dar início ao processo de comercialização de energia.

6.4 Alteração do Registo de um autoconsumo

Após o registo de uma MCP ou UPAC pode ser necessário fazer alterações tanto a nível de dados pessoais, titularidade, conversão de micro para MCP ou alterações de potência. Para todas estas possibilidades, existe no site da DGEG uma minuta para a respetiva circunstância que o cliente deve preencher e posteriormente enviar para o e-mail de apoio ao autoconsumo.

De seguida, vão ser abordados alguns casos, em que foi necessário utilizar as respetivas minutas.

6.4.1 Alteração de titularidade

Geralmente o titular do certificado emitido pela DGEG é o mesmo que está associado a fatura de eletricidade, pois o NIF e CPE são verificados logo quando se inicia o registo do cliente no portal da DGEG.

Após ser feito o registo, é possível alterar o titular através de uma minuta, para isso é necessário enviar o anexo G preenchido com os dados referentes ao titular atual e futuro e também à empresa responsável pelo processo de alteração. É também solicitada a cópia do cartão de cidadão do cliente particular ou certidão permanente quando se trata de uma entidade empresarial e uma fatura de eletricidade relativa ao contrato de consumo em nome do novo titular.

6.4.2 Conversão de micro para MCP

Cada vez mais o cliente tem sentido necessidade de converter a sua instalação de microgeração para uma mera comunicação prévia, por motivos legais e principalmente porque se o cliente pretender vender energia excedente, necessita do recibo de submissão emitido pelo portal da DGEG.

Para isto acontecer, deve ser feita uma breve comunicação ao Comercializador de Último Recurso (CUR) e proceder à rescisão do contrato atual com o Operador de Rede de Distribuição(ORD), pois apenas após ser feita a última leitura por parte da E-Redes, é possível fazer esta conversão.

Os documentos solicitados por parte da DGEG são a minuta presente no anexo H em que o produtor prescinde da sua microprodução para finalidade de enquadramento de uma UPAC e uma cópia do cartão de cidadão do interveniente ou código de certidão permanente no caso de se tratar de uma empresa.

Este processo pode demorar alguns meses a ser executado pela DGEG, sendo que a partir do momento que é aceite o pedido de rescisão, é iniciado o processo de registo no SRIESP da mesma forma que no capítulo 6.1.

6.4.3 Alteração de potência

A alteração de potência instalada é feita de maneira diferente para uma MCP e para uma UPAC.

No caso de uma MCP, é possível eliminar facilmente o registo feito no portal e fazer um desde o início com os novos dados da instalação.

No caso de uma UPAC, instalações acima de 30 kWn, sendo que o próprio processo de registo é mais complexo, é necessário eliminar o mesmo, ter de pagar as novas taxas e proceder com uma nova inspeção. Acaba por ser dispendioso para o cliente, sendo que a outra solução é um pedido no portal da DGEG de averbamento de potência.

Na figura 48 é possível ver um exemplo de averbamento de potência de uma UPAC, em que o utilizador preenche os campos referentes à potência solar(instalada), potência geradores e injeção.

Após ser submetido o pedido, é associado um novo número de registo e uma nova taxa é emitida ao cliente. O caso vai para análise e depois de ser aprovado pela E-Redes, o produtor é notificado e tem até dois anos para proceder com a certificação, sendo o antigo registo anulado automaticamente.

The screenshot shows a web form titled "UPAC | Averbamento de Potência [Dec. Lei 15/2022]". It is divided into two main sections: "Dados de origem da UPAC" and "Pedido de alteração de potências: Potência instalada".

Dados de origem da UPAC

Registo: CPE:

Potência geradores (kW): kW Potência instalada (kW): kW Pot. injeção na RESP (kW): kW Potência certificada IU (kW): kW UPAC com injeção:

Pedido de alteração de potências: Potência instalada

Solar: kW Hídrica: kW Eólica: kW Biomassa: kW Biogás: kW Potência geradores (kW): kW Pot. injeção na RESP (kW): kW

Alterar para com injeção ☐

Buttons: Submeter, Fechar

Figura 48-Averbamento de potência

6.4.4 Pedido de rescisão de UPAC

Pode ser necessário anular uma UPAC devido a diferentes fatores, mas maioritariamente deparamo-nos com este pedido devido a erros que surgem no portal do SRIESp, ou seja, para que seja possível prosseguir com novos registos associados ao mesmo CPE quando não é possível anular diretamente.

Os documentos necessários para este efeito são o anexo I e a cópia do cartão de cidadão do cliente particular ou certidão permanente quando se trata de uma entidade empresarial.

O anexo I é preenchido com os dados referentes à MCP ou UPAC como nome do titular, NIF, nº de registo e CPE.

6.4.5 Pedido de alteração de titularidade por óbito

Para fazer a alteração de titular de uma unidade de produção para autoconsumo por motivo de óbito, é necessário enviar para a DGEG a minuta presente no anexo J, a certidão de óbito do antigo titular de registo, o cartão de cidadão do novo titular ou código de certidão permanente se se tratar de uma empresa e ainda uma fatura de eletricidade relativa ao contrato de consumo em que esteja presente o nome do novo titular.

7. CONCLUSÕES

O estágio curricular que foi realizado na *SunEnergy*®, marcou intensamente a etapa de transição entre o percurso acadêmico e o início da vida profissional.

Esta oportunidade, permitiu adquirir conceitos e experiência junto de uma equipa excelente, que proporcionou colocar em prática o que a aluna aprendeu, em novos desafios que surgiram com maior determinação.

Sem saber o que seria imposto, tornou-se numa experiência enriquecedora tanto a nível de conhecimento como de filosofia de trabalho, uma experiência que fez com que se perceba melhor o mercado de trabalho e os desafios que são colocados constantemente às empresas.

Sendo que o mundo das energias renováveis está em constante crescimento, foi importante dentro de uma perspetiva empresarial, conhecer como podemos contribuir tanto a nível residencial como industrial com a energia fotovoltaica.

Foi possível, acompanhar todo o processo de aquisição de um sistema fotovoltaico desde o início ao fim junto do cliente, ou seja, desde a visita presencial ao local, propostas personalizadas para cada caso apresentado, à execução da obra e monitorização da mesma.

Para isso, foi necessário obter os respetivos consumos por parte do cliente para ser feito um estudo mais apropriado e após a sua análise foram executados os projetos apresentados no capítulo 5 e seleção de equipamentos para cada caso.

Para o respetivo efeito, foi utilizado o *software PVSOL* para dimensionamento de projeto de sistemas fotovoltaicos, permitindo dentro do mesmo fazer o estudo de sombreamento e após a implementação, divisão de painéis por strings e o estudo de desempenho do sistema. O *software AutoCad* para desenho de ligações entre os equipamentos utilizados (painéis fotovoltaicos, inversores, contador, baterias, etc.) e quadros elétricos (quadro fotovoltaico e quadro geral ou parcial).

A nível de orçamentação dos projetos, foi utilizado um template na plataforma *excel*, a qual não foi possível partilhar.

Para o processo de licenciamento, foi utilizada a plataforma SRIESP, para submeter todos os documentos desenvolvidos e facultados pela entidade legal.

Ao poder ver de perto o acompanhamento que é feito, permitiu perceber as diversas variáveis que podem surgir e condicionar um projeto, como o mau tempo no local de obra, os obstáculos no terreno, a oscilação dos preços dos equipamentos, a quantidade de equipamentos disponível, a falta de meios para aceder à cobertura, ou até mesmo erros no dimensionamento.

Apesar de todos estes obstáculos, a vontade do cliente e o propósito de fazer sempre um bom trabalho prevalece até ao fim.

Por este mesmo motivo, a *SunEnergy*® se encontra bem posicionada no mercado e em constante crescimento na área de sistemas fotovoltaicos.

Sendo que é uma área integrada nas energias renováveis, existem sempre ganhos qual seja a escolha final do cliente, tanto a nível ambiental como economicamente, pois o intuito da instalação é reduzir os custos a nível energético, resultando como melhoria de qualidade de vida. Outro ponto positivo é que devido ao seu crescimento a nível mundial, são criados mais postos de trabalho localmente.

Concluindo, este estágio foi uma experiência bastante positiva, foi possível alcançar os objetivos pretendidos tanto a nível de aprendizagem mais aprofundada de conceitos como de conhecimento técnico como a nível pessoal.

Reforça-se, que apenas foi possível devido à excelente equipa que teve oportunidade de fazer parte, que permitiu que existisse um bom ambiente no local de trabalho, facilitando a integração e a interajuda.

REFERÊNCIAS

- (2024). Obtido em 2 de Abril de 2024, de EnduroPower:
<https://www.enduropowerbatteries.com/en-ca/blogs/rv-life/wiring-solar-panels-in-series-or-parallel#:~:text=Pros%20and%20Cons%20of%20Wiring%20Solar%20Panels%20in%20Series%20vs%20Parallel&text=However%2C%20series%20wiring%20requires%20an,it%20suitable%20for>
- Alves, V. A. (2008). *DSPEESF*. Tese de Mestrado, FEUP, Porto. Obtido em 11 de Dezembro de 2023, de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58758/2/Texto%20integral.pdf>
- APREN. (2022). *APREN*. Obtido em 15 de Janeiro de 2023, de <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>
- BlueSol,. (10 de Agosto de 2023). Obtido em 2 de Outubro de 2023, de <https://blog.bluesol.com.br/diferenca-sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-e-isolados/>
- Brown, C. (Outubro de 2016). *Shading losses in PV systems, and techniques to mitigate them*. Obtido em 18 de Fevereiro de 2023, de aurora:
<https://blog.heatspring.com/shading-losses-for-pv-systems-and-techniques-to-mitigate-them/#:~:text=Fortunately%2C%20there%20are%20a%20number,level%20power%20electronics%20>
- Calgary, U. o. (s.d.). *Photovoltaic System*. Obtido em 21 de Janeiro de 2023, de Energy Education: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Photovoltaic_system
- Comercial, E. (30 de Janeiro de 2020). *Portugal, campeão das renováveis*. Obtido em 15 de Janeiro de 2023, de edp: <https://www.edp.pt/particulares/content-hub/portugal-campeao-das-energias-renovaveis/>
- (2022). *Decreto-Lei n.º 15/2022*. Decreto de Lei. Obtido de <https://files.dre.pt/1s/2022/01/01000/0000300185.pdf>
- Decreto-Lei n.º 162/2019,. (25 de Outubro de 2019). 45-62. Obtido em 17 de Outubro de 2022
- DGEG. (2023). Obtido em 2 de Março de 2024, de <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/potencia>
- DGEG. (2022). Lisboa. Obtido em 21 de Janeiro de 2023, de www.dgeg.gov.pt
- DGEG. (2023). Obtido em 29 de outubro de 2023, de <https://www.dgeg.gov.pt/pt/a-dgeg/>
- e4ER. (23 de Outubro de ,2018). *Painel solar fotovoltaico: O Gerador de Energia Solar*. Obtido em 12 de Março de 2023, de e4energiasrenovaveis:
<https://www.e4energiasrenovaveis.com.br/artigos/painel-solar-fotovoltaico>

- Eco Green Energy. (Fevereiro de 2021). Obtido em Abril de 2024, de <https://www.eco-greenenergy.com/pt-pt/coeficiente-de-temperatura-do-modulo-solar-fotovoltaico/#:~:text=Os%20m%C3%B3dulos%20fotovoltaicos%20solares%20s%C3%A3o,aumento%20de%202%20%C2%B0%20C>.
- electronics.se. (s.d.). *Determine voltage and current for given I-V curve*. Obtido em 12 de Março de 2023, de electronics engineering: <https://electronics.stackexchange.com/questions/619252/determine-voltage-and-current-for-given-i-v-curve>
- EnergiasMadeira. (s.d.). *O que é um sistema solar fotovoltaico*. Obtido de EnergiasMadeira: <https://energiasmadeira.pt/como-funciona/>
- Energy, M. (s.d.). *Sistema fotovoltaico sombreado parcialmente gera energia?* Obtido em 2 de Dezembro de 2023, de MF Energy: <https://mfenergy.com.br/2023/06/27/sistema-fotovoltaico-sombreado-parcialmente-gera-energia/>
- E-Redes. (2021). *Manual de Ligações à rede elétrica de serviço público* (10ª edição ed.). Obtido em 9 de Março de 2023, de <https://provedordocliente.e-redes.pt/Files/PDF/Manual-de-Ligacoes-a-Rede.pdf>
- E-REDES. (s.d.). *Produtores*. Obtido em 15 de Setembro de 2023, de E-REDES: <https://www.e-redes.pt/pt-pt/transicao-energetica/redes-do-futuro/autoconsumo>
- Ferreira, R. (11 de Julho de 2008). *Curvas de Funcionamento*. Obtido em 29 de Janeiro de 2023, de Páginas FEUP: https://paginas.fe.up.pt/~ee03195/Carro_Solar/PaineisCurvasdeFuncionamento.html
- Monthly, E. P. (17 de Março de 2022). *Solar explained*. Obtido em 28 de Janeiro de 2023, de eia: <https://www.eia.gov/energyexplained/solar/photovoltaics-and-electricity.php>
- Nascimento, C. A. (2004). *PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CÉLULA*. Minas Gerais. Obtido em 28 de Janeiro de 2023, de https://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf
- NeoSolar. (s.d.). *TIPOS DE PLACA SOLAR*. Obtido em 28 de Janeiro de 2023, de NeoSolar: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/placa-solar-fotovoltaica/tipos>
- Pereira, R. (12 de Outubro de ,2023). *Projeto de Instalações Elétricas*. Coimbra. Obtido em 12 de Outubro de 2023
- Reis, P. (28 de Abril de 2019). *Vantagens, desvantagens e diferenças dos Painéis Solares Fotovoltaicos*. Obtido em 28 de Janeiro de 2023, de Portal Energia: <https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-diferencas-dos-paineis-solares-fotovoltaicos/>
- REN. (s.d.). *Produção*. Obtido em 15 de Janeiro de 2023, de APREN: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

República, D. d. (26 de Junho de ,2008). Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho.
Obtido em 1 de Abril de 2024

Republica, D. d. (23 de janeiro de 2020). *AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA*, pp. 6,7.

solar 4rvs. (2023). Obtido em 10 de Fevereiro de 2023, de
<https://www.solar4rvs.com.au/buying/buyer-guides/choosing-the-right-solar-charge-controller-regulat/>

Solar, P. (s.d.). *Corrente elétrica contínua e alternada: o que são e diferenças*. Obtido em 2 de Dezembro de 2023, de Portal Solar:
<https://www.portalsolar.com.br/corrente-eletrica-continua-cc-alternada-ca>

SolarEdge. (Junho de 2020). Obtido em Março de 2024, de
<https://www.solaredge.com/br/solaredge-blog/funcao-anti-ilhamento-inversores-fotovoltaicos>

solargaps. (s.d.). *Tiered classification system: what is it and why do we need it?* Obtido em 18 de Fevereiro de 2023, de solargaps: <https://solargaps.com/tiered-classification-system-what-is-it-and-why-do-we-need-it/>

Sunenergy. (2022). Obtido em 28 de Dezembro de 2022, de <https://www.sunenergy.pt/>

Sunenergy. (2022). Obtido em 1 de Outubro de 2023, de
<https://www.sunenergy.pt/empresas/energia-solar-empresas/>

Toscano, P. J. (2019). *Estudo de Sistemas de Produção Fotovoltaica*. Obtenção do grau de Mestre, Coimbra. Obtido em 28 de Janeiro de 2023

Vivienda. (12 de Fevereiro de 2019). *Funcionamiento de las células solares fotovoltaicas*. Obtido em 24 de janeiro de 2023, de Vivienda:
<http://www.revistavivienda.com.ar/empresas/novedades-del-mercado/funcionamiento-de-las-celulas-solares-fotovoltaicas>

ANEXO A – IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE SERVIÇO PARTICULAR (artigo 20.º do Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto)

1	Promotor / Entidade Exploradora				
Nome:					
Telefone:		E-mail:		NIF:	
Morada:					
C. Postal:					

2	Técnico responsável pelo projeto				
Nome:					
N.º BI/CC:					
Telefone:		E-mail:		NIF:	
N.º DGEG:		N.º OE:		N.º OET:	
Morada:					
C. Postal:					

3	Identificação do imóvel					
Lugar/Rua:						
Freguesia:						
Concelho:		Distrito:				
Coordenadas GPS:					NIP:	
Tipo de estabelecimento:						
Tensão da RESP [kV]:	*tensão de alimentação	Potência a alimentar pela RESP [kVA]:	*P contratada			

4	Identificação da instalação elétrica		
Tipo de instalação	Instalação nova	Instalação existente	Observações
SE/PS/PTC			
Rede MT/AT			
Rede BT			
Instalação de utilização MT/AT			
Instalação de utilização BT		x	Sistema Fotovoltaico para autoconsumo
Grupos geradores			

Declaro que a informação apresentada identifica a instalação elétrica.

(Data e assinatura do técnico responsável pelo projeto)

ANEXO B – TERMO DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO

Anexo 1

TERMO DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE SERVIÇO PARTICULAR

(artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto)

1 Promotor / Entidade Exploradora

Nome:					
Telefone:		E-mail:		NIF:	

2 Técnico responsável pelo projeto

Nome:						
N.º BI/CC:						
Telefone:		E-mail:			NIF:	
N.º DGEG:		N.º OE:		N.º OET:		
Morada:						
C. Postal:						

3 Identificação do imóvel

Lugar/Rua:				
Freguesia:				
Concelho:		Distrito:		
Tipo de estabelecimento:				

4 Identificação da instalação elétrica

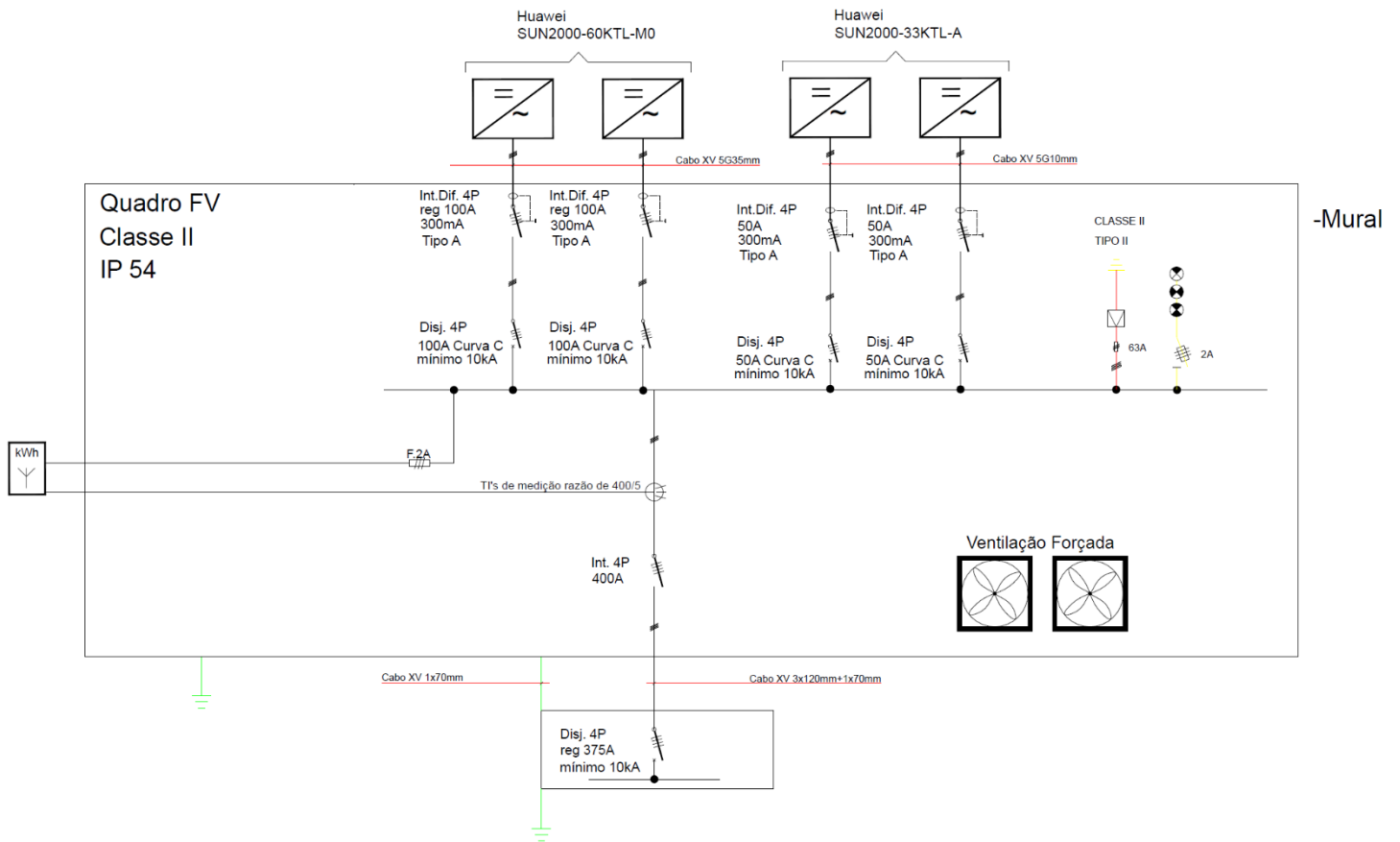
NIP:		Instalação nova	
CPE(s):		Instalação existente	

Declaro que se observam, no projeto de execução, as disposições regulamentares em vigor, bem como outra legislação aplicável.

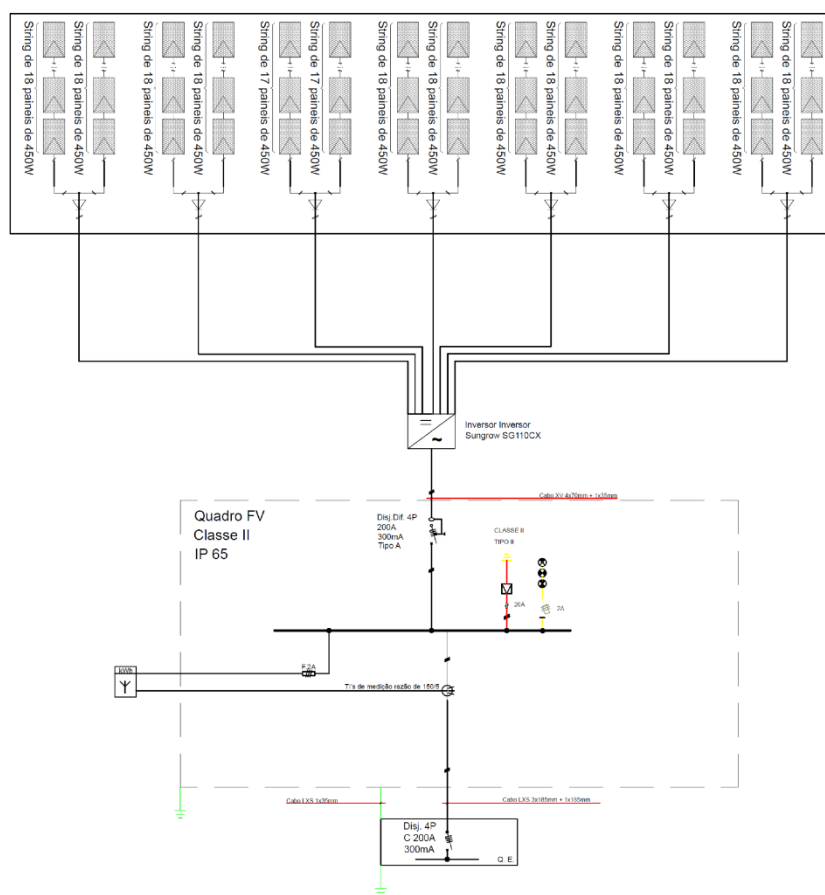
Declaro também que o projeto simplificado está em conformidade com o projeto de execução, no que respeita às disposições regulamentares de segurança aplicáveis para efeitos de vistoria/inspeção.

(Data e assinatura do técnico responsável pelo projeto)

ANEXO C – ESQUEMA QUADRO FOTOVOLTAICO



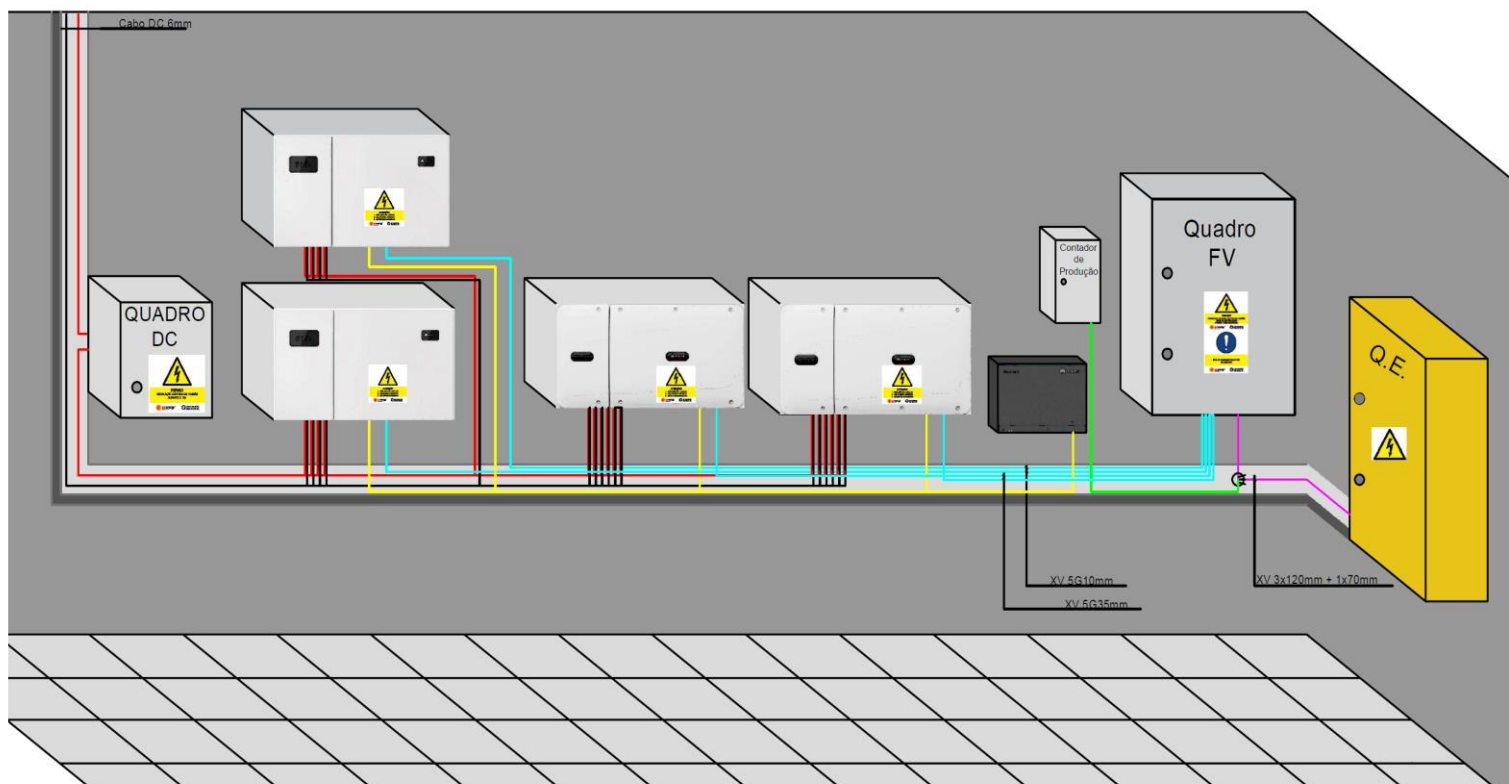
ANEXO D - ESQUEMA UNIFILAR DA INSTALAÇÃO



ANEXO E- STRINGS



ANEXO F- ZONA TÉCNICA



ANEXO G- MINUTA ALTERAÇÃO DE TITULAR DE REGISTO

Minuta de declaração para pedido de alteração de titularidade de registo de unidade de pequena produção até 1 MW (UPP)

_____⁽¹⁾, com NIF _____, em representação da sociedade _____⁽²⁾, NIPC _____, com sede em _____, vem solicitar nos termos do n.º 7, do Artigo 27.º-B, do Decreto-Lei n.º 172/2006, de 23 de agosto, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 76/2019, de 3 de junho, o averbamento de alteração de titularidade do registo n.º _____³ (de *microprodução, miniprodução ou UPP, conforme aplicável*), associada à instalação de utilização com o CPE _____⁴ (se aplicável), para _____⁽⁵⁾, NIF/NIPC _____.

(o titular atual do registo/
representante da entidade coletiva)

(o futuro titular do
registo/representante da entidade
coletiva)

20__/__/__

¹ Nome do titular atual do registo (ou representante da entidade coletiva titular do registo, se aplicável)

² Nome da entidade coletiva titular do registo (se aplicável)

³ MP20XXXXXXX, MN20XXXXXXX, XXX/UPP (se microprodução, miniprodução ou UPP)

⁴ Se aplicável, Código de Ponto de Entrega do contrato de consumo)

⁵ Nome do futuro produtor titular do registo ou entidade coletiva (se aplicável)

ANEXO H – MINUTA DE RESCISÃO DE UMA MICROPRODUÇÃO

Minuta de declaração para enquadramento de microprodução, miniprodução ou UPP no regime jurídico da produção para autoconsumo (UPAC)

.....⁽¹⁾, com NIF, em representação da sociedade
.....⁽²⁾, NIPC, com sede em
....., vem solicitar a rescisão da unidade de produção de
..... (*microprodução, miniprodução ou UPP, conforme aplicável*), com o registo n.º
.....³ (*de microprodução, miniprodução ou UPP, conforme aplicável*), associada ao CPE⁴
PT..... para enquadramento no regime jurídico da produção para autoconsumo
ao abrigo do Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro.

Ao assinar o presente documento, declaro que autorizo a DGEG, enquanto entidade responsável pelo controlo e cadastro da produção de energia eléctrica, proceder ao tratamento dos meus dados pessoais para efeitos do disposto no Decreto-Lei n.º 172/2006, de 23 de agosto na sua atual redação, no Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro e legislação complementar.

(o titular atual do registo/
representante da entidade coletiva)

Lisboa, 20___/___/___

Email:

Telefone:

¹ Nome do titular atual do registo (ou representante da entidade coletiva titular do registo, se aplicável)

² Nome da entidade coletiva titular do registo (se aplicável)

³ MP20XXXXXXX, MN20XXXXXXX, ~~xxxxx~~/UPP (se microprodução, miniprodução ou UPP)

⁴ Código de Ponto de Entrega (CPE) do contrato de consumo da instalação de utilização (conforme indicado na fatura de eletricidade)

ANEXO I – PEDIDO DE RESCISÃO DE UNIDADE DE AUTOCONSUMO

Pedido de rescisão de Unidade de Autoconsumo

.....(1), com NIF, em representação da sociedade
.....(2), com NIPC, com sede em
....., vem solicitar a anulação do registo n.º(3),
associada à instalação de utilização com o CPE PT.....(4)

Ao assinar o presente documento, declaro que autorizo a DGEG, enquanto entidade responsável pelo controlo e cadastro da produção de energia eléctrica, proceder ao tratamento dos meus dados pessoais para efeitos do disposto no Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro e legislação complementar.

(o titular atual do registo/
representante da entidade coletiva)

Lisboa, 20___/___/___

Email:

Telefone:

¹ Nome do titular atual do registo (ou representante da entidade coletiva titular do registo, se aplicável)

² Nome da entidade coletiva titular do registo (se aplicável)

³ xxxx/UPAC, xxxx/MCP

⁴ Código de Ponto de Entrega (CPE) do contrato de consumo da instalação de utilização (conforme indicado na fatura de eletricidade)

ANEXO J- MINUTA ALTERAÇÃO DE TITULARIDADE POR ÓBITO

Minuta de declaração para pedido de alteração de titularidade, por óbito, de unidade de autoconsumo (UPAC)

.....⁽¹⁾, com NIF, em nome de Cabeça de Casal de Herança de⁽²⁾, com NIF, vem solicitar nos termos do Artigo 12.º, do Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro, a alteração de titularidade do registo n.º⁽³⁾, para⁽⁴⁾, com NIF/NIPC, sendo já titular do contrato de fornecimento de energia elétrica associado ao CPE PT.....⁽⁵⁾.

Ao assinar o presente documento, declaro que autorizo a DGEG, enquanto entidade responsável pelo controlo e cadastro da produção de energia eléctrica, proceder ao tratamento dos meus dados pessoais para efeitos do disposto no Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro e legislação complementar.

(representante do titular atual
do registo/ representante da
entidade coletiva)⁶

(o futuro titular do
registo/representante da
entidade coletiva)

Lisboa, 20 ___/___/___

Email:

Telefone:

Junto se anexa:

- Certidão de óbito e documentação relativa à habilitação de herdeiros

¹ Identificação dos herdeiros

² Nome do titular atual do registo

³ XXX/UPAC, XXX/MCP

⁴ Nome do futuro titular do registo (ou representante da futura entidade coletiva titular do registo, se aplicável)

⁵ Código de Ponto de Entrega (CPE) do contrato de consumo da instalação de utilização (conforme indicado na fatura de eletricidade)

⁶ Assinatura do(s) herdeiro(s) ou representante(s) legais do titular atual do registo