

Implementação de Sistemas de Autoconsumo com Produção Fotovoltaica – Estágio na SUNENERGY

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em Automação e
Comunicações em Sistema de Energia

Autor:

Pedro Guilherme Tavares Pinto

Orientadores:

Doutor Adelino Jorge Coelho Pereira

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Doutora Rita Manuela da Fonseca Monteiro Pereira

Professora do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor:

Engenheiro Paulino Oliveira

SunEnergy

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, junho, 2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio que me deram desde sempre, não só no meu percurso académico, como em toda a vida, agradeço também todos os sacrifícios, coragem e apoio que sempre me transmitiram. Agradeço também ao meu irmão e à minha avó pelo carinho, força e motivação que sempre me deram ao longo da vida.

Agradeço a toda a equipa da SunEnergy pelo espírito de camaradagem e por todo o apoio e tempo dispensados durante o estágio, especialmente ao Diretor Geral Srº Engenheiro Raul Santos pela oportunidade de poder estagiar nesta empresa, um agradecimento muito especial também ao meu orientador de estágio Srº Engenheiro Paulino Oliveira, pelo tempo disponibilizado, e pelo muito conhecimento que me foi passando ao longo do estágio. Agradeço também aos meus orientadores do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra pelo apoio prestado, e pelo conhecimento transmitido.

Agradeço também à minha namorada pelo carinho, e por todo o apoio incondicional, e ajuda prestada no decorrer do estágio, e da nossa vida.

A todas essas pessoas o meu mais sincero e humilde obrigado.

Pedro Guilherme Tavares Pinto

RESUMO

Este relatório de estágio tem como objetivo descrever o percurso e trabalhos realizados ao longo do estágio na SunEnergy.

A empresa SunEnergy é líder no mercado de energias renováveis e de eficiência energética, oferecendo soluções em instalações fotovoltaicas, solar térmico e climatização, sendo que no decorrer do estágio o foco do mesmo, foi em instalações de sistemas com tecnologia fotovoltaica, em especial em sistemas de autoconsumo com ou sem recurso a baterias, tendo também entrado em contacto com sistemas de Unidades de Pequena Produção.

Neste relatório, são apresentadas as diversas tecnologias utilizadas nos sistemas fotovoltaicos, com destaque para os painéis fotovoltaicos, inversores, reguladores de carga e baterias. São também referenciadas as estruturas e materiais para fixação dos módulos fotovoltaicos. É também apresentado o enquadramento legislativo aplicado em Portugal para a implementação dos sistemas fotovoltaicos.

Durante a realização do estágio foi possível colaborar num conjunto de projetos, dos quais são apresentados neste relatório quatro casos de estudo. O primeiro caso de estudo está associado à instalação de um sistema fotovoltaico para um cliente residencial. O segundo caso de estudo permitiu abordar a instalação de um sistema fotovoltaico para uma empresa de acessórios industriais. No terceiro caso de estudo foi estudada a instalação de um sistema fotovoltaico para uma empresa do setor da cerâmica. No quarto caso de estudo foi possível analisar o processo para a realização de um concurso público associado à instalação de um sistema fotovoltaico.

Palavras-chave: Autoconsumo; Eficiência energética; Energias renováveis; Unidade de Pequena Produção.

ABSTRACT

This internship report is intended to summarize the course and the work completed throughout the internship.

The company SunEnergy is a leader in the renewable energy and energy efficiency market, offering solutions in photovoltaic, solar thermal and air conditioning installations, during the stage the focus was on systems installations with photovoltaic technology, especially in systems of self-consumption with or without batteries, also came into contact with systems and small production units.

In this report, we present the various technologies used in photovoltaic systems, especially photovoltaic panels, inverters, load regulators and batteries. Also referenced are the structures and materials for fixing the photovoltaic modules. Also presented is the legislative framework applied in Portugal for the implementation of photovoltaic systems.

During the internship, it was possible to collaborate in a set of projects, of which four case studies are presented in this report. The first case study is associated with the installation of a photovoltaic system for a residential client. The second case study addressed the installation of a photovoltaic system for an industrial accessory company. In the third case study the installation of a photovoltaic system for a company of the ceramics sector was studied. In the fourth study case it was possible to analyze the process for conducting a public tender associated with the installation of a photovoltaic system.

Key-words: Energy efficiency; Renewable energy; Small Production Unit.; Self-consumption;

ÍNDICE

1. Introdução	1
1.1 Enquadramento do trabalho	1
1.2 Objetivos	4
1.3 Organização do relatório de estágio	5
2. SunEnergy	7
2.1 Organização da empresa	7
2.2 Evolução da empresa	8
3. Efeito Fotovoltaico	11
3.1 Radiação solar	12
3.2 Energia solar em Portugal	13
3.3 Principais centrais fotovoltaicas em Portugal	14
3.4 Tipologia das células Fotovoltaicas	16
3.5 Modelo de uma célula fotovoltaica	18
3.6 Curva característica de um modelo fotovoltaico (I-V) e (P-V)	20
3.7 Curva de intensidade da radiação solar sobre uma célula fotovoltaica	21
3.8 Temperatura de operação de uma célula fotovoltaica	22
4. Legislação aplicada aos sistemas fotovoltaicos.....	23
4.1 Introdução	23
4.2 Unidade de Pequena Produção (UPP)-Decreto-Lei 153/2014	23
4.2.1 Condições de acesso ao regime de Unidade de Pequena Produção.....	23
4.3 Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC)-Decreto-Lei 153/2014	26
4.3.1 Condições de acesso ao regime de unidade de produção de autoconsumo (UPAC)	27
4.4 Termo de responsabilidade / Ficha de elementos eletrotécnica	28
4.5 Taxas de registo de Unidade de Produção e proteção homopolar	29
5. Tecnologias utilizadas	31
5.1 Módulos fotovoltaicos	31
5.1.1 Classificação TIER	31
5.2 Inversor	34

5.2.1	Inversores On-Grid	34
5.2.2	Inversores Off-Grid	35
5.2.3	Inversores utilizados ao longo do estágio	35
5.3	Reguladores de carga	39
5.3.1	Dimensionamento do regulador de carga	39
5.3.2	Diferença entre tecnologias de reguladores de carga	41
5.4	Baterias	41
5.4.1	Dimensionamento das baterias	45
5.5	Estrutura e material necessário para o suporte de fixação	46
5.5.1	Simulação de diversas orientações da estrutura.....	46
5.5.2	Estruturas utilizadas ao longo do estágio	49
6.	Projetos realizados ao longo do estágio	55
6.1	Recolha de dados para dimensionamento de um sistema fotovoltaico - Autoconsumo	55
6.2	Softwares utilizados ao longo do estágio	60
6.3	Casos de estudo	62
6.3.1	Caso de estudo 1: Implementação de um sistema de autoconsumo numa moradia	63
6.3.2	Caso de estudo 2: Instalação de um sistema fotovoltaico numa empresa de acessórios industriais	68
6.3.3	Caso de estudo 3: Instalação de um sistema fotovoltaico numa industria de cerâmica	79
6.3.4	Caso de estudo 4: Instalação de um sistema de autoconsumo para Concurso Público	92
6.4	Manutenção e reparação	96
6.5	Manual de utilizador.....	97
7.	Conclusão	103
	Referências Bibliográficas	105

Anexos	111
Anexo A: Datasheet dos diversos equipamentos que foram alvo de estudo	112
Anexo A.1: Painéis fotovoltaicos	112
Anexo A.2: Inversores fotovoltaicos	121
Anexo A.3: Contadores de energia	137
Anexo A.4 Sistema de monitorização:.....	141
Anexo B: Formulários e Fichas de Identificação	147
Anexo B.1: Formulário de registo por parte da DGEG para Unidade de Pequena Produção.....	148
Anexo B.2: Termo de responsabilidade da empresa instaladora	149
Anexo B.3: Ficha de identificação da instalação elétrica	150
Anexo B.4: Formulário para dimensionamento de sistema de autoconsumo fotovoltaico	152
Anexo B.5: Certificado de exploração	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Balanço da Produção de Eletricidade Portugal Continental (APREN, 2018) ...	2
Figura 1.2 - Preço eletricidade MIBEL (MIBEL, 2018)	3
Figura 1.3 - Evolução Tecnologia fotovoltaica em Portugal (ERSE, 2018)	4
Figura 2.1 - Logótipo da empresa (SunEnergy, 2018)	7
Figura 2.2 - Certificado PME líder (SunEnergy, 2018)	7
Figura 2.3 - Veiculo elétrico (SunEnergy)	8
Figura 2.4 -Potência fotovoltaica instalada pela empresa (SunEnergy, 2018)	8
Figura 2.5 - Organograma da empresa (SunEnergy, 2018)	9
Figura 3.1 - Mapa global da irradiação solar (Solar GIS, 2013)	12
Figura 3.2 - Balanço energético 1º Semestre 2018 (REN, 2018)	13
Figura 3.3 - Carta da radiação solar em Portugal Continental (SolarGIS, 2011).....	14
Figura 3.4 - Central fotovoltaica Hércules (Portugal Bipolar, 2014)	15
Figura 3.5 - Central fotovoltaica Amareleja (Portal Energia, 2008)	15
Figura 3.6 -Tecnologia PERC (Minha casa solar, 2018)	17
Figura 3.7 - Comparação das várias tecnologias dos módulos fotovoltaicos (sfe-solar, 2018).....	18
Figura 3.8 - Modelo detalhado de uma célula fotovoltaica (Anderson J Balbino, 2016)	19
Figura 3.9 - Curva caraterística I-V (PVSol Premium, 2018)	20
Figura 3.10 - Curva caraterística P-V (Ricardo Ferreira, 2008)	21

Figura 3.11 - Curva intensidade radiação I-V (João Pinho e Marco Galdino, 2014)	21
Figura 3.12 - Curva intensidade temperatura I-V (Jinko Solar, 2018)	22
Figura 4.1 - Esquema ligação UPP (Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída, 2014)	25
Figura 4.2 - UPAC (Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída, 2014)	28
Figura 5.1 - Pirâmide TIER 1	31
Figura 5.2 - Pannel fotovoltaico Canadian CS6K- 300MS (Canadian Solar, 2018)	33
Figura 5.3 - Inversor SMA Tripower Core 1 (SMA, 2018)	35
Figura 5.4 - Huawei SUN 2000-60 KTL (Huawei, 2018)	36
Figura 5.5 - Micro-inversor BeOn2 (beonenergy, 2018)	37
Figura 5.6 - Esquema inversor hibrido (MLB, 2018)	38
Figura 5.7 - Inversor Off-Grid	38
Figura 5.8 - Esquema sistema fotovoltaico com regulador de carga (Portal Energia, 2015)	39
Figura 5.9 - Regulador de carga	40
Figura 5.10 - Constituição bateria de lítio (BBaterias, 2012)	42
Figura 5.11 - Processo de carga/descarga baterias de lítio (ibxk, 2017)	42
Figura 5.12 - Ligação de baterias em série (Infopasa, 2013)	44
Figura 5.13 - Ligação de baterias em paralelo (Infopasa, 2013)	44
Figura 5.14 - PVGIS 0° de inclinação (PVGIS, 2018)	47

Figura 5.15 - PVGIS 30° de inclinação (PVGIS, 2018)	48
Figura 5.16 - Linha do Equador (Brasil Escola, 2018)	49
Figura 5.17 - Painéis fotovoltaico em cobertura de telha (Ambiente Energia, 2017)	49
Figura 5.18 - Parafuso Allen (Fortesisoluções, 2018).....	50
Figura 5.19 - Palometa (K2 System, 2018)	50
Figura 5.20 - Topo de fixação (K2 System, 2018)	50
Figura 5.21 - Perfil Speed Rail (K2 System, 2018)	50
Figura 5.22 - Meio de fixação (K2 System, 2018)	50
Figura 5.23 - Instalação estrutura fotovoltaica	51
Figura 5.24 - Fixação de estrutura em telha (Portal Solar, 2018)	51
Figura 5. 25 - Painéis fotovoltaicos em cobertura painel sandwich	52
Figura 5.26 - Estrutura bancada em triângulo (K2 System, 2018)	53
Figura 5.27 - Estrutura de fixação Nascente-Poente (K2 System, 2018)	53
Figura 6.1 - EDP Distribuição (EDP Distribuição, 2018)	56
Figura 6.2 - Diagrama de carga mensal (EDP Distribuição, 2018)	57
Figura 6.3 - Página WEB Fronius Solar Web (SolarWeb, 2018)	61
Figura 6.4 - Implementação 3D do caso de estudo 1	64
Figura 6.5 - Estrutura de suporte caso de estudo 1	64
Figura 6.6 - Estrutura de suporte com perfuração	65
Figura 6.7 - Esquema de ligação sistema de autoconsumo com baterias (SunEnergy, 2019).....	65

Figura 6.8 - Sistema de monitorização, no mês de agosto caso de estudo 1 (SolarWeb, 2018)	66
Figura 6.9 - Sistema de monitorização, no mês de novembro caso de estudo 1 (SolarWeb, 2018).....	66
Figura 6.10 - Poupança e venda de excedente do caso de estudo 1 (SunEnergy, 2018).....	67
Figura 6.11 - Representação da poupança ao longo de 25 anos (SunEnergy, 2018)	68
Figura 6.12 - Diagrama de cargas de quartos horários (EDP Distribuição, 2018)	69
Figura 6.13 - Vista aérea da cobertura com os módulos fotovoltaicos	70
Figura 6.14 - Vista de perfil da cobertura com os módulos	70
Figura 6.15 - Página 2 PV*Sol – Dados do projeto	71
Figura 6.16 - Página 3 PV*Sol – Tipo de sistema, clima e rede.....	72
Figura 6.17 - Página 4 PV*Sol – Consumo	73
Figura 6.18 - Página 5 PV*Sol – Modelagem 3D.....	73
Figura 6.19 - Página 6 PV*Sol - Inversor.....	74
Figura 6.20 - Página 7 PV*Sol - Cabos	75
Figura 6.21 - Página 8 PV*Sol – Análise financeira.....	76
Figura 6.22 - Página 8 PV*Sol – Tarifas e período horário.....	76
Figura 6.23 - Resultado simulação PV*Sol	77
Figura 6.24 - Utilização da energia fotovoltaica PV*Sol	78
Figura 6.25 - Diagrama de cargas (EDP Distribuição, 2018)	80

Figura 6.26 - Diagrama de cargas mensal (EDP Distribuição, 2018)	80
Figura 6.27 - Representação gráfica dos módulos voltados a Nascente.....	81
Figura 6.28 - Resultados de simulação dos módulos voltados a Nascente	82
Figura 6.29 - Representação gráfica dos módulos voltados a Nascente-Poente	83
Figura 6.30 - Resultados de simulação dos módulos voltados a Nascente- Poente	83
Figura 6.31 - Estrutura Nascente- Poente (SunEnergy,2018)	84
Figura 6.32 - Representação gráfica dos módulos voltados a Sul	84
Figura 6.33 - Resultados de simulação dos módulos voltados a Sul	85
Figura 6.34 - Representação gráfica dos módulos monocristalinos	85
Figura 6.35 - Resultados de simulação dos módulos monocristalinos	86
Figura 6.36 - Comparação entre as simulações realizadas	86
Figura 6.37 - Instalação dos módulos monocristalinos (SunEnergy,2018)	87
Figura 6.38 - Configuração dos inversores	88
Figura 6.39 - Tarifas de energia (Endesa, 2018)	89
Figura 6.40 - Fluxo de caixa acumulado	92
Figura 6.41 - Implementação 3D de um sistema fotovoltaico para concurso público.....	93
Figura 6.42 - Huawei SmartLogger (Huawei, 2018)	94
Figura 6.43 - Resultados da simulação	94
Figura 6.44 - Fluxo de caixa acumulado	95
Figura 6.45 - Painel fotovoltaico danificado	96
Figura 6.46 - Reparação painel fotovoltaico avariado	97

Figura 6.47 - Esquema unifilar de uma instalação fotovoltaica (SunEnergy, 2018).....	98
Figura 6.48 - Ligação de <i>strings</i> (SunEnergy, 2018).....	99
Figura 6.49 - Proteções quadro DC (SunEnergy,2018).....	100
Figura 6.50 - Proteções quadro AC (SunEnergy,2018).....	101
Figura 6.51 - Esquema instalação elétrica de um sistema fotovoltaico (SunEnergy,2018).....	102

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Tarifa de referência de Unidade Pequena Produção (SunEnergy, 2018).....	25
Tabela 4.2 - Procedimentos para instalação UPP (SunEnergy, 2018)	26
Tabela 4.3 - Procedimentos para instalação de uma UPAC (SunEnergy, 2018).....	27
Tabela 4.4 - Taxa de registo de unidade de produção	29
Tabela 5.1 - Classificação Bloomberg TIER 1 (Bloomberg New Energy Finance's, 2018)	32
Tabela 6.1 - Kits de Autoconsumo - preço e poupança estimada (SunEnergy, 2018)	58
Tabela 6.2 - Kits de autoconsumo com baterias para instalação monofásica (SunEnergy, 2018)	59
Tabela 6.3 - Kits de autoconsumo com baterias para instalação trifásica (SunEnergy, 2018)	59
Tabela 6.4 - Dados económicos do caso de estudo 2 (SunEnergy, 2018).....	78
Tabela 6.5 -Tarifário de inverno e verão (SunEnergy, 2018)	89
Tabela 6.6 - Energia produzida autoconsumida e economia gerada pelo sistema fotovoltaico (SunEnergy, 2018)	90
Tabela 6.7 - Dados económicos do caso de estudo 3 (SunEnergy, 2018).....	91

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

€	Euro;
€/Wp	Euro por Watt pico;
<	Menor;
>	Maior;
∞	Infinito;
α	Alpha;
β	Beta;
ΔT	Diferença de temperatura;
°	Graus;
°C	Grau Celsius;
A	Ampere;
AC	Do inglês <i>Alternating Current</i> ;
AT	Alta Tensão;
BIPV	Do inglês <i>Building Integrated Photovoltaics</i> ;
BTE	Baixa Tensão Especial;
BTN	Baixa Tensão Normal;
CO ₂	Dióxido de Carbono;
CUR	Comercializador de Último Recurso;
DC	Do inglês <i>Direct Contínua</i> ;
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia;
EDP	Energias de Portugal;
FV	Nomenclatura Fotovoltaico;

GW	Gigawatt;
GWh	Gigawatt por hora;
GWh/ano	Gigawatt por hora por ano;
H	Horas;
Hz	Hertz;
I	Corrente;
I _{cc}	Corrente de curto circuito;
I _D	Corrente no díodo;
I _{ft}	Corrente de fuga para a terra;
IL	Corrente gerada pela incidência da radiação
K	Kelvin;
kg	Quilograma;
kg/CO ₂	Quilograma por dióxido de carbono;
kW	Kilowatt;
kWn	Kilowatt Nominal;
mA	Miliampere;
MCP	Mera Comunicação Previa;
MPP	Do inglês <i>Maximum Power Point</i> ;
MPPT	Do Inglês <i>Maximum power point tracking</i>
MT	Média Tensão;
MW	Megawatt;
NiCd	Níquel Cádmio;
P	Potência;
PWM	Do inglês <i>Pulse Width Modulation</i> ;

RESP	Rede Elétrica de Serviço Público;
Rp	Resistência Shunt;
Rs	Resistência Série;
SERUP	Sistema Eletrónico de Registo de Unidade de Produção;
UPAC	Unidade de Produção de Autoconsumo;
UPP	Unidade de Pequena Produção;
V	Volt;
Vca	Tensão de Circuito Aberto;
W/m ²	Watt por Metro Quadrado;
Wh	Watt por Hora;
Wp	Watt-Pico.

1. Introdução

1.1. Enquadramento do trabalho

Desde o início dos tempos que o Homem tem utilizado a Natureza para seu próprio proveito, tendo transformado diversas formas de energia noutras mais convenientes ao seu bem-estar. A forma de energia com maior potencial que se conhece é a energia solar, tendo sido esta que influenciou todo o nosso sistema solar. O nosso planeta não foi exceção, pois através da energia solar foi possível existir vida no mesmo, através de um agente (plantas) que transformaram a energia solar em oxigénio dando-se o nome de fotossíntese, através deste processo, o nosso planeta conseguiria albergar vida, tal como se conhece hoje em dia.

Também o sol influenciou a própria humanidade, uma prova disso é que inúmeras religiões estão ligadas à estrela solar, bem como a própria arquitetura foi influenciada por este astro, exemplos disso são as civilizações da Grécia, Egito, Império Inca, Império Asteca, Mesopotâmia, etc.

Outra forma de uso da energia solar foi desenvolvida por Arquimedes, este físico, engenheiro, inventor, astrónomo e matemático grego, que entre muitas teorias e invenções, projetou e desenvolveu máquinas de cerco militar, entre as quais se destaca um sistema que através do uso de espelhos para concentrar a radiação solar num único ponto, conseguia assim incendiar os navios das frotas inimigas. A ideia de Arquimedes continua sendo utilizada séculos depois para a queima de árvores, fundição de metais, entre outros (Célula Solar, 2018).

Atualmente existe uma grande pesquisa em busca de novas tecnologias que permitam obtenção de energia de uma forma barata e limpa, sendo cada vez mais a aposta nas denominadas energias renováveis.

Neste trabalho irá abordar-se a energia fotovoltaica, sendo esta uma energia limpa, cada vez mais económica devido à forte aposta em novas tecnologias de módulos fotovoltaicos, e à sua fácil manutenção e instalação.

Na figura 1.1 são apresentados os diferentes setores de produção de energia elétrica em Portugal do ano 2000 ao ano 2018. A energia solar apesar da sua baixa contribuição, a cada momento se integra com maior realce na paisagem de Portugal, sendo cada vez mais usual observar-se painéis fotovoltaicos nos telhados das habitações dos portugueses.

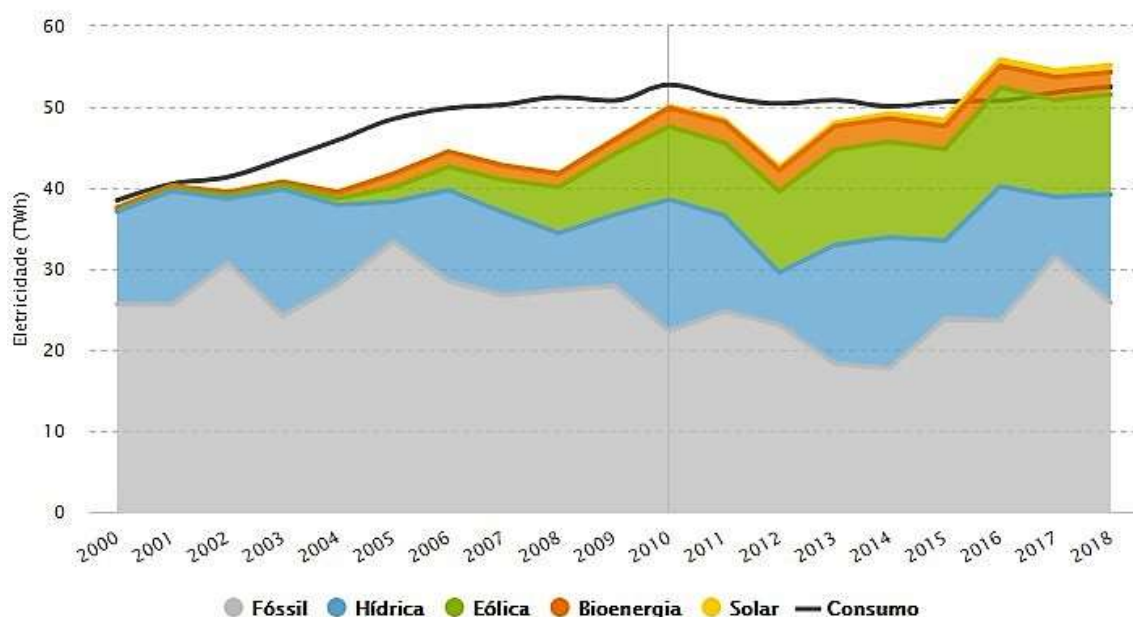


Figura 1.1 - Balanço da Produção de Eletricidade Portugal Continental (APREN, 2018)

Ao observar-se o gráfico da figura 1.2, onde se compara o preço da energia vendida em Portugal no primeiro semestre do ano de 2017 e de 2018, verifica-se que no ano de 2018 o preço de energia nos períodos de verão teve um acréscimo de cerca de 28% face ao ano antecedente no período homólogo. Esta variação de valor do preço de energia deve-se ao facto de a energia primária (sol, água, vento, etc.) não ser constante, e sendo a energia hídrica a que possui maior peso no balanço da produção, um ano de seca pode afetar os preços de energia elétrica em Portugal (MIBEL, 2018).

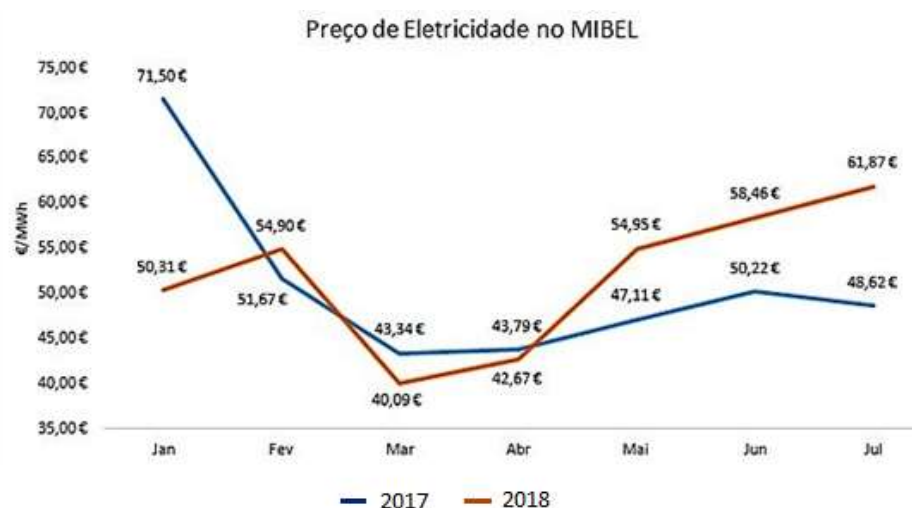


Figura 1.2- Preço eletricidade MIBEL (MIBEL, 2018)

Com a evolução e constante pesquisa de meios de produção de energia elétrica mais limpa e mais sustentável, as células fotovoltaicas não têm sido exceção a esta evolução, quer seja em termos de células com maior capacidade de produção, quer em valor monetário cada vez mais baixo.

No início do ano 2018 o preço dos painéis fotovoltaicos apresentava um valor aproximado de 0,5 €/Wp, no final do mesmo ano estes apresentavam um valor aproximado de 0,3 €/Wp. Com este decréscimo no custo monetário das células, e cada vez com uma maior potência instalada, o valor das células fotovoltaicas tende a decrescer ao longo do tempo.

Na figura 1.3 está representada a evolução da potência instalada, englobando Unidades de Pequena Produção (UPP) e Unidades de Produção de Autoconsumo (UPAC), da energia produzida e do preço médio da mesma, pelos sistemas fotovoltaicos instalados em Portugal desde o ano 2014 até outubro de 2018.

Ao analisar o gráfico da figura 1.3, confirma-se o expectável, ou seja, que existe um aumento significativo da potência instalada e consequentemente da energia produzida por esta tecnologia, verificando-se que até ao final de outubro de 2018 a potência fotovoltaica instalada já era superior à potência instalada em 2017.

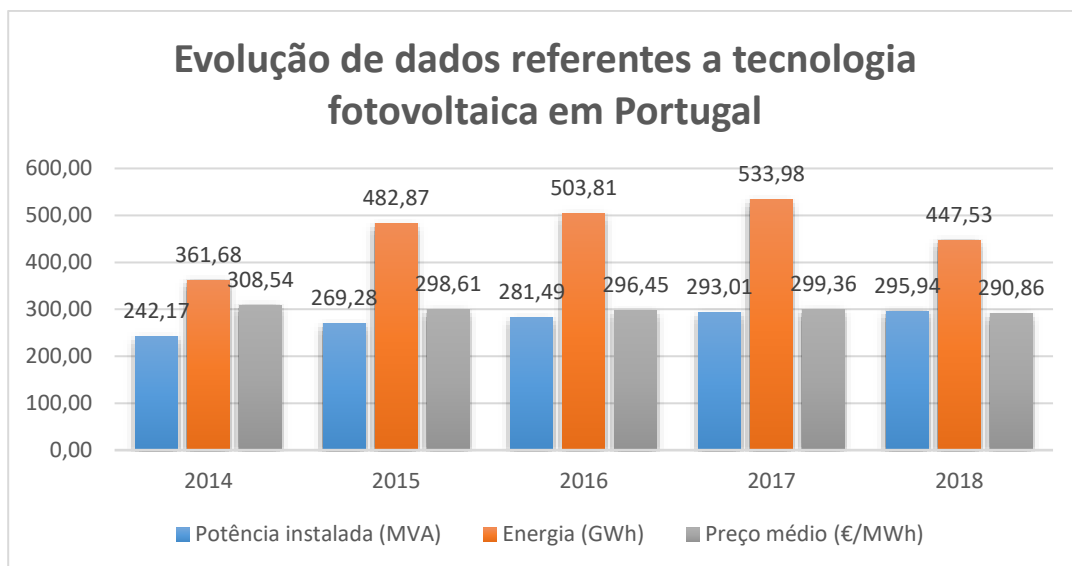


Figura 1.3 – Evolução Tecnologia fotovoltaica em Portugal (erse, 2018)

Verifica-se após análise do gráfico, que o preço médio da energia fotovoltaica tem vindo a decrescer ao longo dos anos, isto deve-se ao facto de uma evolução na fabricação dos módulos fotovoltaicos devido a uma economia de escala. Com um aumento do número de empresas comercializadoras e um maior número de marcas a atuar no mercado, existe cada vez mais a opção de escolha, tanto a nível de marca como a nível de tecnologia pelas empresas instaladoras, e pelo cliente final.

1.2. Objetivos

A razão da escolha de um estágio de mestrado numa empresa de energias renováveis, mais propriamente de energia fotovoltaica, na empresa SunEnergy, foi a ambição de aprofundar os conhecimentos adquiridos sobre o tema, ao longo da Licenciatura e do Mestrado.

Outra das razões que me levou a decidir pela empresa SunEnergy, foi esta ser líder na área de energias renováveis, em particular na área de energia solar fotovoltaica, bem como o crescimento que esta apresenta, sendo procurada a nível de autoconsumo por clientes particulares, assim como, por clientes industriais.

Um dos principais objetivos do estágio, era acompanhar os projetos de implementação dos sistemas fotovoltaicos, desde o estudo e dimensionamento, até à execução de obra.

1.3. Organização do relatório de estágio

Este relatório é composto por sete capítulos que serão sintetizados da seguinte forma:

- O primeiro capítulo, a Introdução é onde será tratado o enquadramento do trabalho referente ao relatório de estágio, a contextualização, objetivos, as metas a atingir com este estágio;
- Relativamente ao segundo capítulo, é apresentada a empresa onde foi efetuado o estágio tal como a sua organização e evolução desde a sua constituição;
- O terceiro capítulo trata do efeito fotovoltaico, apresentando um pouco da sua história e implementação, bem como a energia solar no mundo e em Portugal, e as principais centrais fotovoltaicas;
- Relativamente ao quarto capítulo apresenta a legislação nacional aplicada aos sistemas fotovoltaicos;
- No quinto capítulo são abordadas e explicadas as tecnologias utilizadas, sendo elas: módulos fotovoltaicos, inversores, reguladores de carga, baterias e as estruturas e equipamentos necessários para o suporte de fixação;
- O sexto capítulo tem grande importância, visto que é aqui abordado grande parte do trabalho na empresa, estando neste capítulo implícitos alguns dos vários projetos elaborados. É apresentado o processo para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos e explicada a recolha e análise de dados de autoconsumo industrial e residencial;
- O sétimo capítulo apresenta as conclusões que foram retiradas do estágio;
- O final deste relatório é constituído pelas referências bibliográficas e os vários anexos mencionados ao longo dos capítulos anteriores.

2. SunEnergy

2.1. Organização da empresa

A SunEnergy é uma marca que funciona em regime de franchising, tendo nove delegações espalhadas por Portugal Continental: Coimbra, Braga, Cascais, Mafra, Setúbal, Albufeira, Santarém, Sesimbra e Ponte De Sor, sendo a sua sede em Coimbra na rua José Augusto Frutuoso. O logótipo da empresa está representado na figura 2.1.



Figura 2.1 – Logótipo da empresa (SunEnergy, 2018)

A empresa NRG- Sistemas de Energias Renováveis, Lda., foi fundada a 1 de janeiro de 2010, obtendo os direitos comerciais da marca SunEnergy, sendo esta uma empresa especializada em energias renováveis, mais propriamente em projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos, sistemas solares térmicos e climatização.

A SunEnergy eleita como empresa PME líder 2018 (figura 2.2), assume este prestígio pela sua dedicação às energias renováveis e pela proximidade com o cliente, garantindo assim uma elevada satisfação da parte de clientes, fornecedores e colaboradores.



Figura 2.2 - Certificado PME líder (SunEnergy, 2018)

A empresa SunEnergy querendo dar o exemplo, adquiriu em 2018 um veículo elétrico (figura 2.3), tentando assim fazer um melhor aproveitamento da energia elétrica proveniente dos painéis fotovoltaicos existentes na cobertura para autoconsumo das instalações.



Figura 2.3- Veículo elétrico SunEnergy

2.2 Evolução da empresa

A SunEnergy, está em funcionamento desde 2010, tendo nesse ano instalado cerca de 190 painéis com uma potência instalada de aproximadamente 40 kWp, (Figura 2.4).

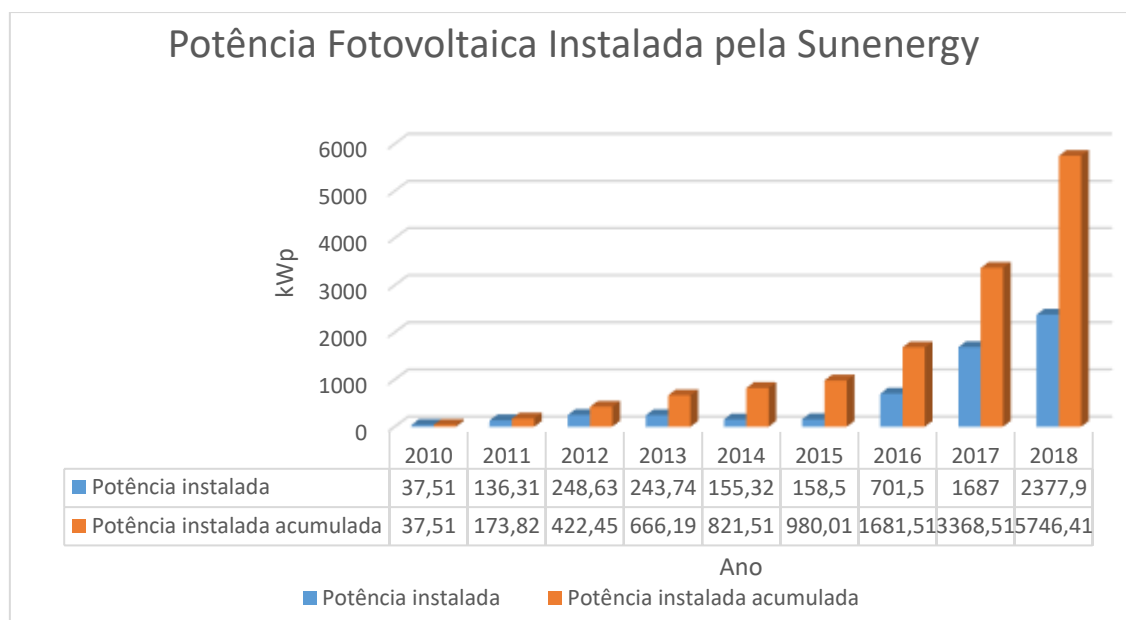


Figura 2.4 – Potência fotovoltaica instalada pela empresa (SunEnergy, 2018)

No decorrer da atividade até 2013, foram instalados aproximadamente 665 kWp, cerca de 3250 módulos fotovoltaicos. Com a crise económica em Portugal de 2010 a 2014, houve um decréscimo do número de painéis fotovoltaicos instalados, no qual no ano de 2014 e 2015 foram instalados 2640 painéis fotovoltaicos, correspondendo a uma potência instalada de 310 kWp.

Nos anos posteriores houve um aumento significativo da potência instalada. Em 2016 foram instalados 3062 painéis fotovoltaicos, o que corresponde a uma potência instalada de 701,5 kWp, no ano consequente foram instalados pela SunEnergy 6345 painéis fotovoltaicos, perfazendo uma potência instalada de 1687 kWp. No ano de 2018 foram instalados 8206 painéis fotovoltaicos, representando uma potência instalada nesse ano de 2377 kWp.

Desde o início da atividade, até ao final do ano civil de 2018, a SunEnergy instalou aproximadamente 23500 painéis fotovoltaicos, totalizando assim uma potência instalada de 5746,41 kWp.

Como se pode observar através do organograma da empresa, representado na figura 2.5, esta é constituída pela direção e três departamentos principais, sendo eles o departamento comercial, que faz o acompanhamento e angariação de potenciais clientes, criando a proximidade e transmitindo a imagem de qualidade e proximidade apresentada pela empresa.



Figura 2.5 – Organograma da empresa (SunEnergy, 2018)

O departamento administrativo e de contabilidade, é responsável pela tesouraria e contabilidade, estando dividida em gestão e controlo de stocks, parte administrativa e fiscal.

O departamento de engenharia, é responsável pelo estudo e implementação de projetos, quer a nível fotovoltaico, quer a nível térmico e climatização. O departamento de engenharia para além do contacto com o cliente, formula a gestão da obra desde a análise de dados até à finalização da mesma, sendo este o responsável pela compra de equipamento necessários para o bom funcionamento dos sistemas a implementar, bem como responsável pelo apoio prestado às equipas de instalação e manutenção (SunEnergy, 2018).

3. Efeito fotovoltaico

A primeira célula solar moderna foi apresentada em 1954. Tinha apenas 2 cm² de área e uma eficiência de 6%, gerando 5 mW de potência elétrica. Cinquenta anos depois, em 2004, foram produzidos cerca de mil milhões de células, com eficiências da ordem dos 16%, ultrapassando pela primeira vez a barreira de 1 GW de potência elétrica anual instalada.

O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel que verificou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz.

Mais tarde, em 1877, dois inventores norte americanos, W. G. Adams e R. E. Day, utilizaram as propriedades fotocondutoras do selénio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz.

Rapidamente se concluiu que o custo das células fotovoltaicas era demasiado elevado, pelo que a sua utilização só podia ser economicamente competitiva em aplicações muito especiais, como, por exemplo, para produzir eletricidade em aplicações aeroespaciais (Miguel Brito, 2006).

A crise petrolífera de 1973 levou a um súbito investimento em programas de investigação para reduzir o custo de produção das células fotovoltaicas.

É o caso da utilização de novos materiais, em particular o silício policristalino (em vez de cristais únicos de silício, monocristais, mais dispendiosos de produzir) ou de métodos de produção de silício diretamente em fita (eliminando o processo de corte dos lingotes de silício, e todos os custos associados). Outra inovação particularmente importante do ponto de vista de redução de custo foi a deposição de contactos por serigrafia em vez das técnicas tradicionais: a fotolitografia e a deposição por evaporação em vácuo.

O resultado de todos estes avanços foi a redução do custo da eletricidade solar de 71 €/Wp para cerca de 11 €/Wp em menos de uma década (Antonio Vallêra, 2006).

3.1. Radiação solar

A radiação solar representa a radiação emitida pelo Sol, que atinge a superfície da terra. Estima-se que dos 72 milhões de W/m^2 de radiação emitida pela camada exterior do Sol (fotosfera) correspondente a cerca de 5800 K, cheguem à superfície da Terra apenas cerca de 1360 W/m^2 (designado por constante solar).

O Sol constitui cerca de 99,8% da massa total do Sistema Solar, sendo formado por hidrogénio e hélio. Este apresenta-se como uma esfera incandescente, com temperaturas de cerca de $6000 \text{ }^\circ\text{C}$ à superfície e de vários milhões de graus Celsius no seu centro, temperaturas estas originadas pelas permanentes reações termonucleares, resultantes da conversão do hidrogénio em hélio. Assim o Sol liberta para o espaço grandes quantidades de energia eletromagnética, a qual atinge a superfície do planeta Terra. Só uma parte desta energia, cerca de 30%, é absorvida pela Terra.

A radiação solar não é recebida uniformemente em toda a Terra como se observa na figura 3.1, por exemplo, a linha do equador recebe em média, anualmente, mais energia solar do que os polós, existindo um excesso de energia nas latitudes menores ($< 30\text{-}35^\circ$) e um défice nas latitudes maiores ($> 30\text{-}35^\circ$). Como os trópicos não ficam progressivamente mais quentes, nem as latitudes maiores mais frias, tem de existir um transporte meridional de energia, das latitudes menores para as maiores, de modo a compensar o desequilíbrio (CvTavira, s.d.).

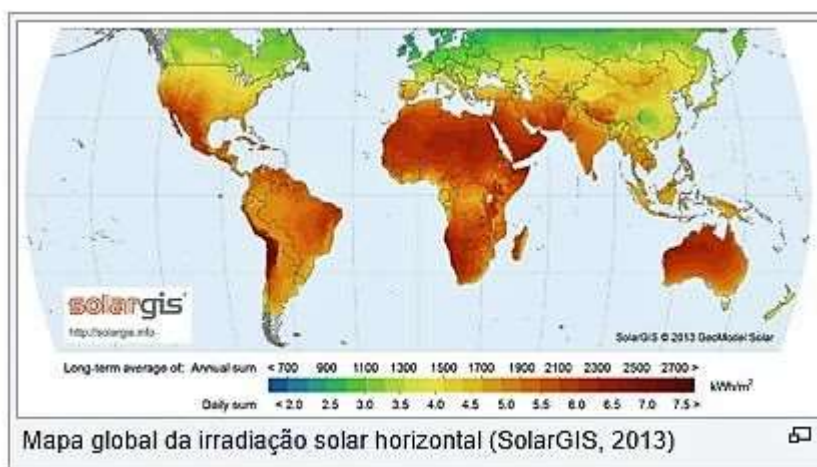


Figura 3.1 – Mapa global da radiação solar (Solar GIS, 2013)

3.2. Energia solar em Portugal

No final do primeiro semestre de 2018, como se verifica na figura 3.2, o índice de produtividade hidroelétrica situa-se em 1012 GWh, enquanto o índice de produtividade eólica regista 701 GWh, a produtividade de energia fotovoltaica apresenta 76 GWh. Neste semestre, a produção de energia elétrica utilizando fontes renováveis abasteceu 44% do consumo, repartida pela hidroelétrica com 21,4 %, eólica com 15,6 %, biomassa com 5,3% e fotovoltaica com 1,7%. A produção não renovável abasteceu os restantes 56% do consumo, repartido pelo gás natural com 31,4%, pelo carvão com 23,9% e pelas outras fontes de energia com 0.7 %.

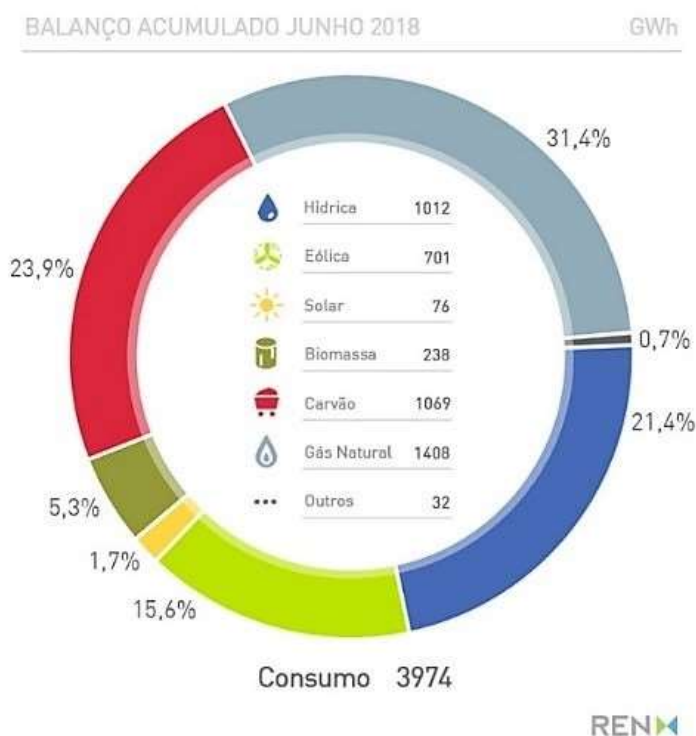


Figura 3.2 Balanço energético 1º Semestre 2018 (REN, 2018)

Na figura 3.3 observa-se a carta da radiação solar em Portugal Continental (Energia Solar em Portugal, 2018).



Figura 3.3 Carta da radiação solar em Portugal Continental (SolarGIS, 2011)

3.3. Principais centrais fotovoltaicas em Portugal

Uma das centrais fotovoltaicas existentes em Portugal à mais tempo é a de Hércules (figura 3.4), localizada na freguesia de Brinches do concelho de Serpa. É composta por 52 mil painéis fotovoltaicos de silício monocristalino, com a potência de 11 MWp. Os painéis encontram-se 2 m acima do solo, permitindo assim, que o terreno continue a servir para o pastoreio (Marisa Diniz, 2018).

Este projeto tem a capacidade para fornecer energia elétrica a 8000 lares (21 GWh).



Figura 3.4 – Central fotovoltaica Hércules (Portugal Bipolar, 2014)

Outra central fotovoltaica existente no nosso país é a central solar fotovoltaica de Amareleja (figura 3.5), instalada no concelho de Moura perto da vila da Amareleja. Tem uma capacidade instalada de 46,41 MWp, podendo abastecer energia elétrica a cerca de 30000 lares (93GWh/ano). A produção de energia elétrica é feita por 2520 seguidores solares azimutais com 104 painéis fotovoltaicos.



Figura 3.5 – Central fotovoltaica Amareleja (Portal Energia, 2008)

Além das duas centrais descritas anteriormente, existem outras de menor dimensão ainda em construção no Baixo Alentejo, nomeadamente: o Parque Solar de Almodôvar (2,15 MWp), e três no concelho de Ferreira do Alentejo, a Central Solar de Ferreira do Alentejo (12 MWp), a Central Solar de Ferreira (12 MWp) e a central da empresa Netplan com 1,8 MWp.

3.4 Tipologia das células Fotovoltaicas

A célula fotovoltaica é um dispositivo com a particularidade de converter energia luminosa proveniente do Sol ou outra fonte de luz em energia elétrica.

Os principais tipos de células fotovoltaicas são:

- **Células monocristalinas:** Este tipo de células fotovoltaicas representam a primeira geração, sendo o seu rendimento elétrico relativamente elevado (aproximadamente 16%, alcançando 23% em laboratório), sendo as técnicas usadas na sua produção complexas e dispendiosas.
- **Células policristalinas:** têm um custo de produção inferior por necessitarem de menos energia no seu fabrico, apresentando um rendimento elétrico inferior (entre 11% e 13%). Este rendimento é influenciado pela imperfeição do cristal (Minha casa solar, 2018).
- **Células de silício amorfo:** apresentam o custo mais reduzido em comparação com as tecnologias anteriores, em contrapartida o seu rendimento também é menor (aproximadamente 8% a 10%, em laboratório alcança os 13%). Este tipo de células em forma de películas muito finas incorporam-se bem na arquitetura, sendo mais utilizada nas estruturas de um edifício, em substituição dos materiais de construção convencionais, como coberturas de tetos, claraboias ou fachadas. (Portal Energia, 2017).

- **Tecnologia PERC:** As células fotovoltaicas *PERC SolarWorld*, têm como princípio a colocação de uma camada isolante especial localizada entre o silício e a camada posterior de alumínio, que permite uma maior captação de luz, consequentemente de elétrons gerando assim uma maior potência. Como se pode observar na figura 3.6, a diferença entre uma célula fotovoltaica tradicional e uma célula fotovoltaica PERC é a reflexão na camada isolante que permite que uma grande parte dos elétrons sejam atingidos pela luz solar, gerando-se assim mais corrente, logo maior potência. A vantagem deste tipo de tecnologia é o melhor desempenho em ambientes com baixa luminosidade relativamente a painéis policristalinos e monocristalinos padrão (Minha casa solar, 2018).

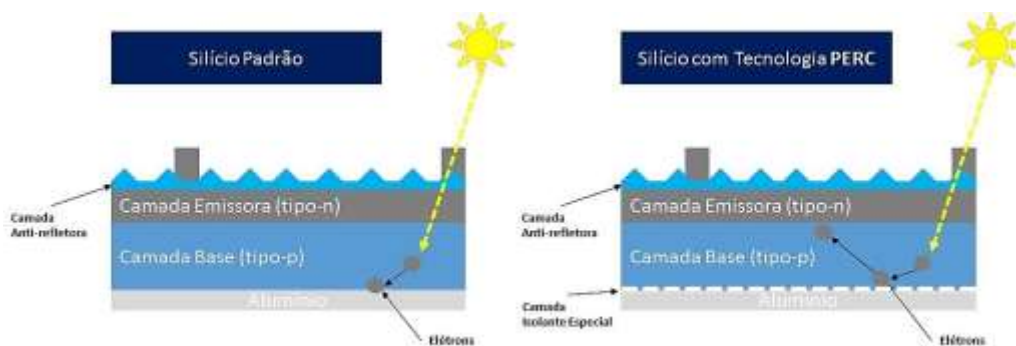


Figura 3.6 –Tecnologia PERC (Minha casa solar, 2018)

Estas células melhoram também o desempenho no início da manhã e final da tarde e em ambientes nublados, por gerarem menor calor, melhoram o seu desempenho em ambientes com altas temperaturas.

O gráfico da figura 3.7 compara a eficiência das diversas tecnologias dos módulos fotovoltaicos.

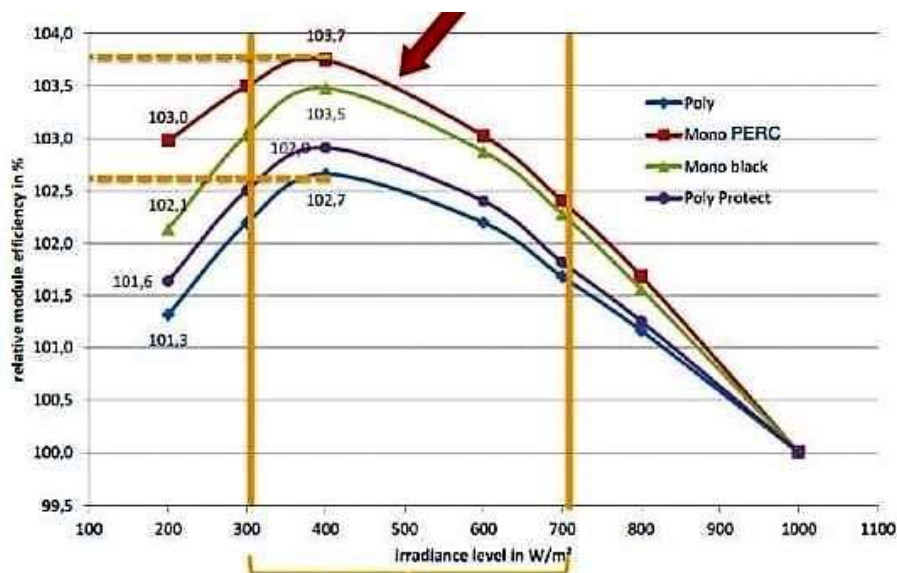


Figura 3.7 – Comparação das várias tecnologias dos módulos fotovoltaicos (sfe-solar, 2018)

3.5. Modelo de uma célula fotovoltaica

Uma célula solar fotovoltaica ideal pode ser representada por uma fonte de corrente em paralelo com um diodo, no entanto como na prática nenhuma célula solar é ideal, coloca-se uma resistência em paralelo para simular a corrente de fuga de um terminal para o outro e uma resistência em série, uma vez que a célula não é um condutor perfeito. O circuito elétrico equivalente para a célula solar fotovoltaica é representado na figura 3.8 (Rui Rodrigues, 2014).

Os parâmetros do circuito da figura 3.8 são definidos como:

- I_L – Corrente gerada pela incidência da radiação;
- I_D – Corrente de saturação do diodo;
- I_{ft} - Corrente de fuga para terra;
- I – Corrente nos terminais de saída;

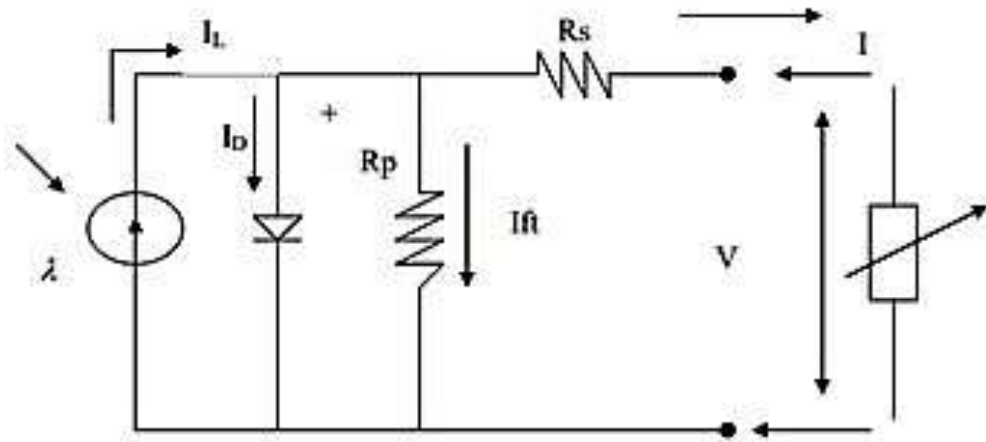


Figura 3.8 Modelo detalhado de uma célula fotovoltaica (Anderson J Balbino, 2016)

Para uma temperatura e radiação constante, a tensão e corrente desse modelo é expressa pela equação 3.1:

$$I = I_L - I_D - I_{ft} \quad (3.1)$$

A resistência em série representa a resistência interna à passagem da corrente e depende da espessura da junção, das impurezas do material e resistência de contacto. Numa célula ideal, $R_s = 0$ (nenhuma perda interna) e $R_p = \infty$ (nenhuma corrente para terra).

Se nenhuma carga está ligada aos terminais da célula esta encontra-se em circuito aberto, nenhuma corrente flui e, portanto, a tensão medida é a tensão de circuito aberto (Rui Rodrigues, 2014).

A tensão de circuito aberto (V_{ca}) é definida pela expressão 3.2:

$$V_{ca} = V + I \cdot R_p \quad (3.2)$$

3.6 Curva característica de um modelo fotovoltaico (I-V) e (P-V)

A representação da característica elétrica de uma célula é geralmente representada pela curva de corrente versus tensão (I-V). Para cada condição de carga conectada aos terminais da célula, obtém-se um par de valores I, V. Unindo-se os pontos traça-se a curva I versus V.

Na figura 3.9 observa-se a curva característica I-V para um painel fotovoltaico da marca Jinko modelo JKM 270 P a uma temperatura constante de 25 °C.

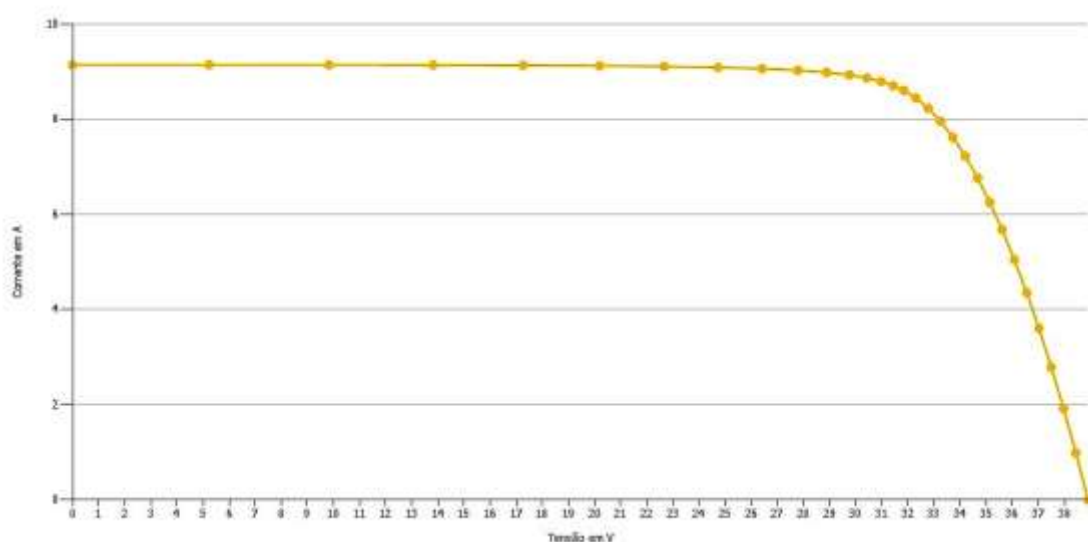


Figura 3.9 – Curva característica I-V (PVSol Premium, 2018)

A potência produzida nos terminais de uma célula é dada pela multiplicação da tensão em função da corrente em cada ponto da curva. Existe um único valor de tensão correspondente à corrente para o qual a potência fornecida na saída da célula é máxima. Esta condição corresponde à operação da célula no joelho da curva, como se observa na figura 3.10 (Rui Rodrigues, 2014).

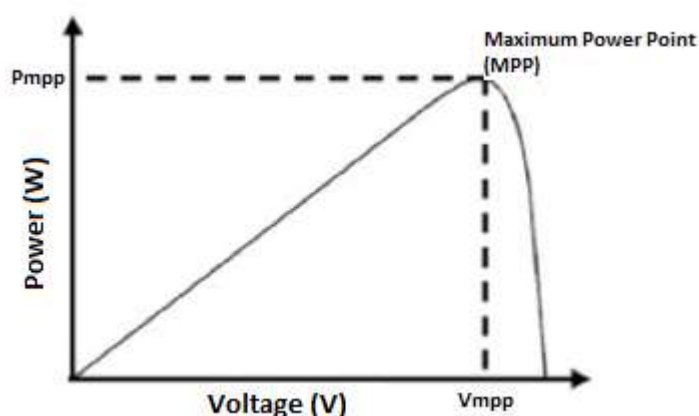


Figura 3.10 – Curva caraterística P-V (Ricardo Ferreira, 2008)

3.7. Curva de intensidade da radiação solar sobre uma célula fotovoltaica

Como apresentado na figura 3.11, a intensidade da radiação solar muda a cada instante em função da rotação da terra e da sua translação ao redor do Sol. Ao nível do mar, ao meio dia, com céu limpo, a intensidade da radiação solar atinge um valor próximo de 1000 W/m^2 .

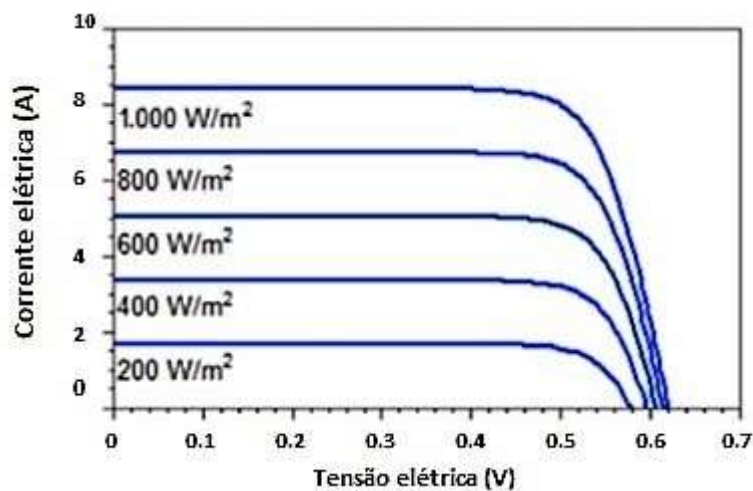


Figura 3.11 – Curva intensidade radiação I-V (JoãoPinho e Marco Galdino, 2014)

Quando se adquire um módulo fotovoltaico de, por exemplo, 270 Wp, significa que este módulo disponibilizará 270 W quando incidir na superfície da terra 1000 W/m² (Sol no zênite – céu limpo).

3.8. Temperatura de operação de uma célula fotovoltaica

As células fotovoltaicas que compõem um módulo sofrem variações de temperatura em função do nível de radiação solar incidente e temperatura ambiente. Com o aumento da temperatura da célula, a corrente de curto-circuito aumenta enquanto a tensão de circuito aberto diminui, o que provoca consequentemente uma alteração na potência entregue pelo módulo. (Rui Rodrigues, 2014).

Verifica-se pela figura 3.12 que a tensão diminui significativamente com o aumento da temperatura.

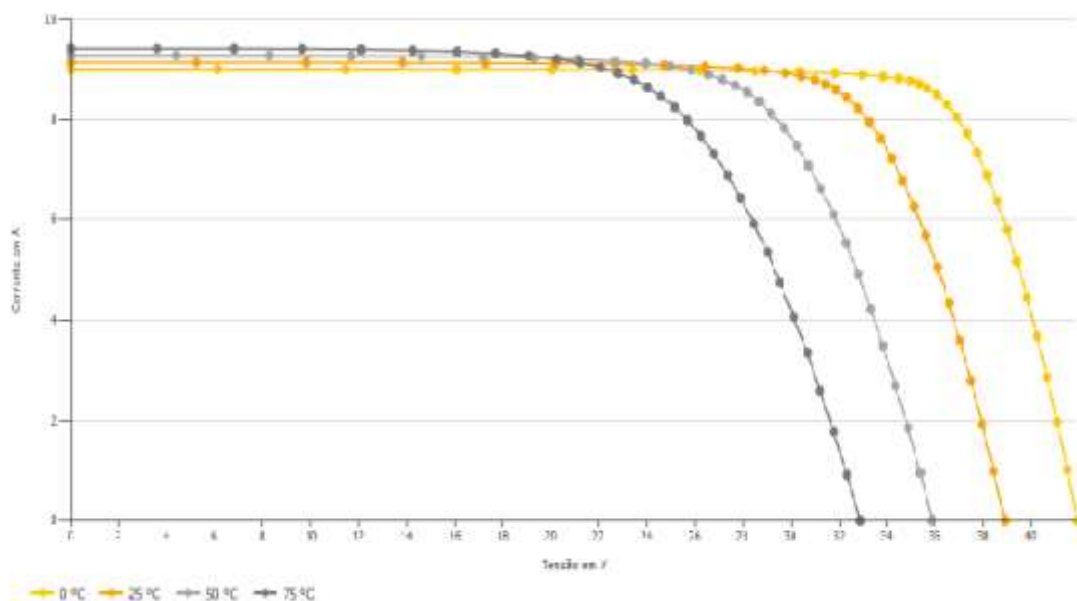


Figura 3.12 – Curva intensidade temperatura I-V (Jinko Solar, 2018)

4. Legislação aplicada aos sistemas fotovoltaicos

4.1. Introdução

O autoconsumo é um novo modelo de produção descentralizada de energia a partir de energias renováveis, neste relatório aborda-se em particular a energia fotovoltaica, em que a energia elétrica produzida é consumida pelo próprio produtor, Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC), ou vendida na totalidade à rede elétrica pública, Unidade de Pequena Produção (UPP).

Para além dos ganhos económicos e financeiros associados a este tipo de instalações, uma Unidade de Produção Solar Fotovoltaica é um fator de distinção para a imagem corporativa de uma empresa e de um utilizador particular, na medida em que espelha a sua cultura de responsabilidade social, no âmbito da sustentabilidade energética. (SunEnergy, 2018).

4.2. Unidade de Pequena Produção (UPP)-Decreto-Lei 153/2014

O modelo de Unidade de Pequena Produção (UPP) definida pelo Decreto-Lei 153/2014 de 20 de outubro, assenta no princípio da injeção total de energia elétrica na Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) proveniente de fonte de energia renovável. (Diário da República Decreto-Lei n.º 153/2014, 2014).

4.2.1. Condições de acesso ao regime de Unidade de Pequena Produção (UPP)

O regime de pequena produção pode ser acedido por qualquer entidade que preencha os seguintes requisitos:

- Dispor de um contrato de compra de energia elétrica;
- A unidade de pequena produção deverá estar instalada no local servido pela instalação de utilização (consumo);

- A potência de ligação da Unidade de Pequena Produção não poderá superar 100% da potência contratada no local de consumo;
- A energia consumida na respetiva instalação de utilização seja igual ou superior a 50 % da energia produzida pela respetiva unidade, sendo tomada por referência a relação entre a energia produzida e consumida no ano anterior, no caso de instalações em funcionamento há mais de um ano, e a relação entre a previsão anual de produção e de consumo de energia, para as instalações que tenham entrado em funcionamento há menos de um ano.

A potência da UPP a atribuir está segmentada em 3 diferentes categorias, consoante as medidas acessórias implementadas:

- Categoria I – Produtor que pretende proceder apenas à instalação de uma UPP.
- Categoria II – Produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo associado à mesma, uma tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos.
- Categoria III – Produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo associado a esta, coletores solares térmicos com um mínimo de 2 m² de área útil de coletor ou de caldeira a biomassa.

A energia elétrica ativa produzida pela UPP e entregue à RESP é remunerada pela tarifa atribuída com base num modelo de licitação (Leilão), no qual os concorrentes oferecem descontos à tarifa de referência (Diário da República Decreto-Lei n.º 153/2014, 2014).

Na remuneração total com a venda de eletricidade pode acrescer além da tarifa de referência estabelecida para o ano 2018, valores da tabela 4.1 em função da categoria em que se insere a UPP.

Tabela 4.1 Tarifa de referência de Unidade Pequena Produção (SunEnergy, 2018)

Potência de Ligação	Categoria	Tarifa de Referência
Geral	Categoria I	Tarifa de referência 0,095€/KWh
UPP + Tomada Veíc. Elétrico	Categoria II	Tarifa de referência 0,105€/KWh
UPP + Sistema Térmico	Categoria III	Tarifa de referência 0,100€/KWh

A tarifa de remuneração atribuída vigora por um período de 15 anos desde a data de início de fornecimento de energia elétrica à RESP, caducando no termo deste período. Após termo deste período, a energia elétrica proveniente da UPP que dela beneficie, passa a ser remunerada no âmbito do regime geral da produção em regime especial (Diário da República Decreto-Lei n.º 153/2014, 2014).

A figura 4.1 apresenta o esquema de ligação de uma Unidade de Pequena Produção, no qual toda a energia produzida pelo sistema fotovoltaico é injetada na rede elétrica nacional, sendo contabilizada a energia injetada e a energia consumida no Código de Ponto de Entrega (CPE) da instalação.

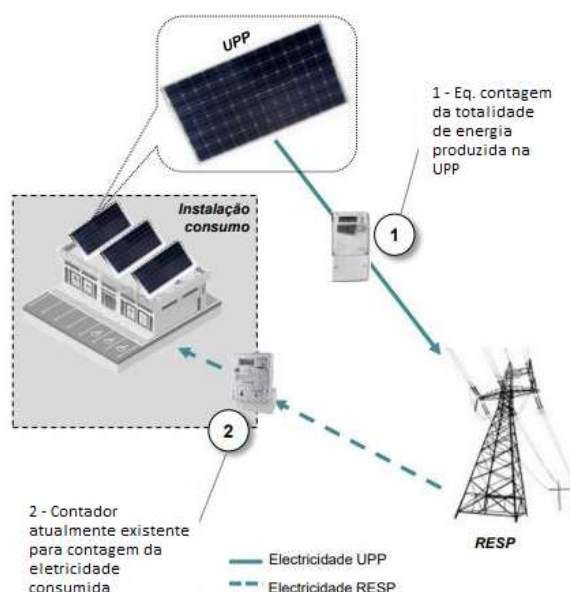


Figura 4.1 – Esquema ligação UPP (Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída, 2014)

As UPP estão sujeitas a registo prévio e obtenção do respetivo certificado de exploração. A tabela 4.2 apresenta os procedimentos a seguir para a instalação de uma UPP.

Tabela 4.2 Procedimentos para instalação UPP (SunEnergy, 2018)



No anexo B.1 é apresentado um exemplo do formulário a preencher na página online da Direção Geral de Energia e Geologia, no qual o produtor de energia, realiza o registo da Unidade de Produção, bem como as suas características elétricas (SunEnergy, 2018).

4.3. Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC)-Decreto-Lei 153/2014

Uma Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC) definida pelo Decreto-Lei 153/2014 de 20 de outubro, assenta no princípio da adequação da capacidade de produção ao regime de consumo existente no local.

4.3.1. Condições de acesso ao regime de Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC)

A potência nominal de ligação da unidade de produção é limitada ao valor correspondente a 100% da potência contratada da instalação de consumo.

As UPAC, com potências de ligação entre 200 W e 1,5 kW, ao qual se insere a instalação do cliente, apenas necessitam de mera comunicação prévia de exploração (registo efetuado automaticamente sem intervenção da DGEG), não necessitam de contagem da produção, evitando assim adquirir um contador próprio para contagem da energia produzida e estão isentas de taxas de registo.

As UPAC com potências de ligação entre 1,5 kW e 1 MW estão sujeitas a registo prévio e obtenção do respetivo certificado de exploração, sendo o registo efetuado pelo proprietário da instalação de consumo e compreende às etapas apresentadas na tabela 4.3.

Tabela 4.3 Procedimentos para instalação de uma UPAC (SunEnergy, 2018)



A figura 4.2 representa de forma simplificada o princípio de funcionamento de uma UPAC, associada à respetiva instalação de consumo, que por sua vez, se encontra ligada à RESP, em conformidade com a legislação em vigor.

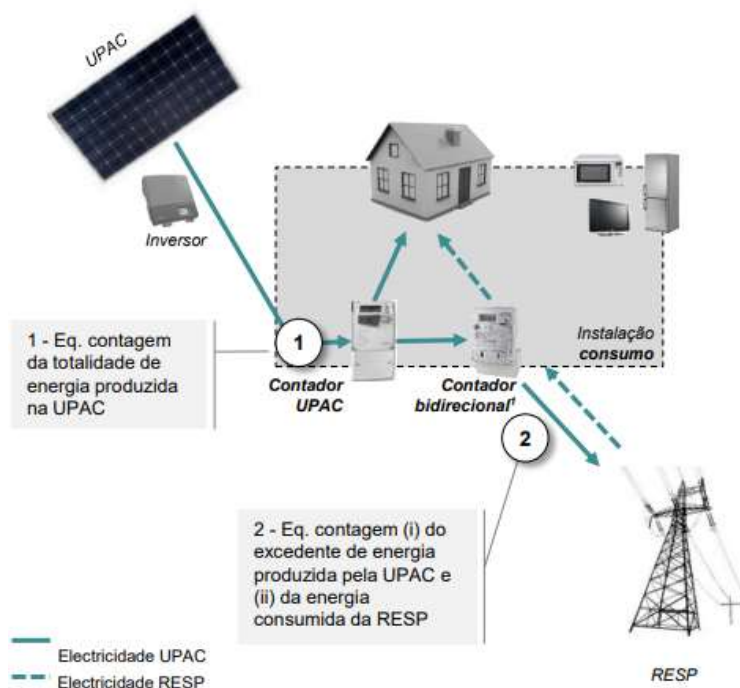


Figura 4.2 – UPAC (Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída, 2014)

4.4. Termo de Responsabilidade/ Ficha de elementos eletrotécnica

Para a instalação de uma UPAC com potência nominal superior a 1500 W e para a instalação de uma UPP é necessário para emissão do certificado de exploração, uma análise por parte da DGEG do pedido de registo de uma unidade de produção, para isso são solicitadas duas declarações adicionais. É necessário por parte da entidade instaladora o termo de responsabilidade apresentada no anexo B.2 e a ficha de identificação da instalação elétrica como se identifica no anexo B.3. No primeiro documento é identificada a empresa instaladora através de um número de alvará válido, bem como o número de cadastro da unidade de produção, sendo este atribuído pela DGEG. Esta minuta, identifica também o técnico responsável de obra e as características elétricas da unidade de produção (SunEnergy, 2018).

4.5. Taxas de Registo de Unidade de Produção e Proteção Homopolar

Na tabela 4.4 pode observar-se as taxas de registo aplicadas no ano 2018 a cada unidade de produção, referente à potência instalada. De realçar que estas taxas são pagas uma única vez à Direção Geral de Energia e Geologia. O não pagamento desta taxa no período estipulado, é penalizado com o pagamento em dobro do valor da taxa.

Tabela 4.4 Taxa de registo de Unidade de Produção

Potência Instalada	UPP	UPAC com venda de excedente	UPAC
até 1,5 kW	30 €	30 €	Isento
de 1,5 kW a 5 kW	100 €	100 €	70 €
de 5 kW a 100 kW	250 €	250 €	175 €
100 kW a 250 kW	500 €	500 €	300 €
de 250 kW a 1 MW	750 €	750 €	500 €

O valor da taxa de reinspeção corresponde 30% do valor da taxa de inspeção.

Ao abrigo do despacho 30/2018, publicado a 12 de julho de 2018, estão dispensadas da instalação do sistema de proteção homopolar as instalações de UPP ou UPAC com potência igual ou inferior a 250 kW, dotadas de inversores AC/DC com as proteções exigidas para a inclusão na lista de equipamentos publicado no site da DGEG.

5. Tecnologias utilizadas

Neste capítulo serão abordadas as principais tecnologias utilizadas nos sistemas fotovoltaicos no decorrer do estágio.

5.1. Módulos fotovoltaicos

No decorrer do estágio na empresa SunEnergy, foi possível trabalhar com diferentes tecnologias das células fotovoltaicas. Os painéis são selecionados consoante o material em stock, as preferências dos clientes, ou pelo preço do Wp que as marcas apresentam, tendo sempre em atenção que a SunEnergy opta sempre por painéis caracterizados como TIER 1.

5.1.1. Classificação TIER

Embora muitas empresas utilizem muito o termo TIER 1, muitos clientes pensam que este termo caracteriza a qualidade do painel, no entanto este parâmetro serve para classificar as empresas fabricantes de painéis fotovoltaicos em termos de capacidade bancária ou estabilidade financeira.

A figura 5.1 indica como são classificados os fabricantes de módulos fotovoltaicos pelo sistema TIER pela *Pike Research*.

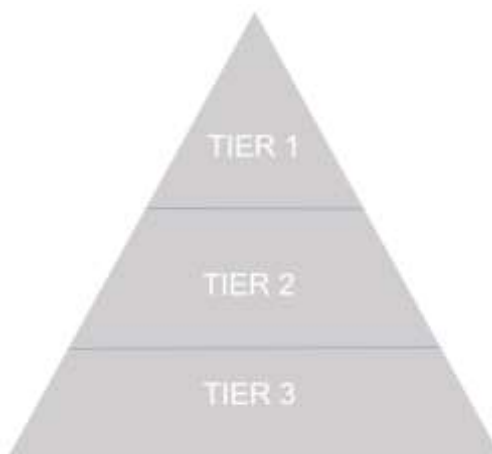


Figura 5.1 – Pirâmide TIER 1

O principal critério para um fabricante ser classificado como TIER 1, é a capacidade dos seus módulos fotovoltaicos serem aceites como garantia bancária, ou seja, nenhum banco financiará um projeto se os módulos fotovoltaicos, apresentarem alguma anomalia antes da sua garantia. De acordo com a Bloomberg para ser classificado como TIER 1, o fabricante deve ter marca própria, fabricação própria e ter fornecidos módulos fotovoltaicos para pelo menos seis projetos diferentes, com financiamento de seis bancos diferentes. O ranking é revisto a cada trimestre e apenas projetos com capacidade superior a 1.5 MWp são incluídos na base de dados da Bloomberg.

Os fabricantes que tenham fornecidos painéis para poucos projetos com financiamentos de alguma instituição financeira e possuam fabricação própria são classificados como TIER 2. Já os fabricantes com poucos dados das aplicações dos seus módulos e em processo de insolvência são considerados TIER 3 (Microgeração FV, 2016).

Na tabela 5.1 são apresentados os principais fabricantes classificados como TIER 1.

Tabela 5.1 – Classificação Bloomberg TIER 1 (Bloomberg New Energy Finance's, 2018)

Firm/brand	Annual in-house module capacity (MW/year)	Firm/brand	Annual in-house module capacity (MW/year)
Canadian Solar*	8,110	SunPower*	1,900
Trina Solar*	8,000	BYD*	1,700
Jinko Solar*	8,000	Changzhou Almaden	1,500
Hanwha Q Cells*	8,000	China Sunergy	1,450
JA Solar*	7,000	REC Group*	1,400
Risen	6,600	Adani/ Mundra*	1,200
Longi*	6,500	Akcome	1,000
GCL Systems*	5,400	ET Solar	1,000
Suntech/ Shunfeng*	3,300	Boviet*	700
Seraphim	3,000	Lightway Solar	660
Chint/ Astronergy*	2,500	Tata Solar Power	500
Znshine Solar	2,300	Waaree	500
First Solar*	2,200	Hansol Technics	480
Talesun	2,200	Heliene	250
Renesola	2,000	Sharp	210
Eging	2,000	Shinsung E&G	200
Phono Solar*	2,000	Swelect	110
		Total	93,870

Source: Bloomberg New Energy Finance Note Methodology [here](#). * denotes module makers for which a technical due diligence report is available from DNV GL. Contact Tara.Doyle@dnvgl.com for details.

As marcas dos painéis mais utilizados na SunEnergy devido à sua qualidade, exigência dos clientes e preço de mercado são: A Canadian Solar, com o módulo fotovoltaico Canadian SUPERPOWER CS6K 300MS, sendo este um painel com uma potência máxima de 300 Wp, monocristalino e que possui 60 células; a Jinko Solar, com os painéis Jinko JKM265PP, Jinko JKM 275 e Jinko 280M, todos estes módulos são policristalinos de 60 células, com potências nominais máximas de 265 Wp, 275 Wp e 280 Wp; outro módulo muito utilizado é da Marca Risen, com o modelo Risen RSM60-285M, este módulo monocristalino possui 60 células e apresenta uma potência máxima de 285 Wp. Na figura 5.2 são apresentados os painéis fotovoltaicos monocristalinos da marca Candian Solar.

NEW

CanadianSolar

**SUPERPOWER
CS6K-290 | 295 | 300MS**

Canadian Solar's new SuperPower modules with Mono-PERC cells significantly improve efficiency and reliability. The innovative technology offers superior low irradiance performance in the morning, in the evening and on cloudy days, increasing the energy output of the module and the overall yield of the solar system.

KEY FEATURES

- 11 % more power than conventional modules
- Excellent performance at low irradiance: 97.5 %
- High PTC: High PTC rating of up to 91.87 %
- Improved energy production due to low temperature coefficients
- IP67 junction box for long-term weather endurance
- Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

25 years linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / CEC / AU
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (UL)
UL 1703: CSA / IEC 61701: IEC 62716: VDE / TüV / TÜV
UN 9177 Reaction to Fire: Class 1

CANADIAN SOLAR INC.
2430 Camino Ramon, Suite 240 San Ramon, CA, USA 94583-4385 | www.canadiansolar.com/na | sales.us@canadiansolar.com

Figura 5.2 – Painel fotovoltaico Canadian CS6K- 300MS (Canadian Solar, 2018)

5.2 Inversor

O inversor é um conjunto de dispositivos eletrônicos com o objetivo de converter a corrente contínua, em corrente alternada para os níveis de tensão e frequência em conformidade com os valores da rede elétrica, para que esta possa ser utilizada pela maioria dos equipamentos elétricos.

No geral admite-se que existem dois tipos de inversores, os inversores fotovoltaicos *On-Grid*, sendo aqueles que estão diretamente ligados a uma instalação conectada à rede, e os inversores fotovoltaicos *Off-Grid*, que como o próprio nome indica, não se encontram ligados à rede.

5.2.1. Inversores *On-grid*

Os inversores *On-Grid* recebem a energia gerada pelos painéis fotovoltaicos em corrente contínua e transforma essa energia em corrente alternada modelando a forma de onda com as mesmas características da energia elétrica fornecida pela rede elétrica a que estão ligados.

Este tipo de inversores através da sua eletrônica de controlo, é capaz de fazer a gestão da produção e consumo. Trabalham em paralelo com a rede de energia, para que as cargas sejam alimentadas pelo sistema fotovoltaico, mas em caso de necessidade irá receber energia da rede, e em caso de excedente injetar a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos na rede de energia elétrica.

De salientar que para que não exista muito remanescente de produção é possível o uso de inversores híbridos. Estes apresentam como principal característica a possibilidade de alocação de baterias num sistema de autoconsumo com ligação à rede. Este inversor sempre que a produção de energia gerada seja superior ao consumo das cargas, irá carregar um banco de baterias, e só quando este tiver totalmente carregado é que o sistema injetará o excedente na rede de energia.

5.2.2. Inversores *Off-Grid*

Os inversores *Off-Grid*, têm como finalidade alimentar diretamente as cargas sem necessidade de estar ligado à rede elétrica com recurso a baterias em que estes carregam as baterias quando existe produção de energia fotovoltaica e quando é ligada uma carga, estes transformam a corrente contínua proveniente das baterias em corrente alternada. Estes tipos de inversores não podem ser utilizados em sistemas *On-Grid* pois não possuem a capacidade de interagir com o sinal de corrente alternada proveniente da rede elétrica.

5.2.3 Inversores utilizados ao longo do estágio

Em função do tipo de instalação *On-Grid* ou *Off-Grid*, dimensionam-se os inversores tendo em atenção a potência de pico instalada, bem como a tensão de arranque dos mesmos e o número de *MPPTs*. Na figura 5.3 está representado um inversor trifásico da SMA.



Figura 5.3 – Inversor SMA Tripower Core 1 (SMA, 2018)

Para os inversores *On-grid*, regra geral, sobredimensiona-se a potência instalada (potência dos painéis fotovoltaicos), 15% a 25% da potência de ligação (potência do inversor). Ter em consideração se a instalação é monofásica ou trifásica, pois dependendo desta, opta-se por um inversor compatível à mesma, podendo ser aplicados inversores monofásicos num sistema trifásico, para isso instala-se um inversor monofásico em cada fase do sistema trifásico.

Outro aspeto a ter em consideração é o posicionamento dos painéis fotovoltaicos e as diferentes águas onde estes serão colocados. Se estes forem colocados em águas distintas e com uma distância relativa entre elas, opta-se por um inversor que possua vários *MPPTs* para uma melhor configuração das *strings*, exemplo disso é o inversor da SMA Sunny Tripower Core 1 ilustrado na figura 5.3 com uma potência nominal de 50 kW, que possui 6 *MPPTs* distintos, e 2 *MPPs* por *strings*, e *strings* de 23 painéis fotovoltaicos (SunEnergy, 2018).

A SunEnergy opta por inversores de excelência sendo as principais marcas de inversores trifásicos instaladas Fronius, com os modelos Fronius Eco 25, Fronius eco 27, sendo também muito usual a instalação de inversores Huawei SUN2000-33 KTL e Huawei SUN2000-42 KTL, começando a ser orçamentados inversores Huawei SUN2000-60 KTL como se demonstra na figura 5.4. A escolha destes inversores, como referido anteriormente, é feita com base na potência a instalar, exigências de marca do cliente, garantias e produtos em stock e preço.



Figura 5.4 – Huawei SUN 2000-60 KTL (Huawei, 2018)

Quanto aos inversores monofásicos *on-grid*, para sistemas com uma potência instalada inferior a 1500 W, utilizam-se micro- inversores de entre os quais os mais utilizados são o BeOn (250 W) e BeOn2 (500W) representado na figura 5.5, estando estes a perder o seu prestígio devido a novos concorrentes no mercado como a marca SolaX Power com os modelos SolaX X1 MINI 1.1 (1100W) e SolaX X1 MINI 1.5 (1500W).

No caso de sistemas trifásicos com uma potência instalada inferior a 1500 W utilizam-se inversores trifásicos da APSYSTEM YC1000 ou um micro-inversor monofásico por cada fase.



Figura 5.5 – Micro-inversor BeOn2 (beonenergy, 2018)

Para potências acima de 1500 W é usual a instalação de inversores Fronius com o modelo Primo que abrange uma gama desde 3 kW aos 8,2 kW, existem ainda outras marcas instaladas como os Kostal Piko e a SMA Sunny Boy.

Para sistemas ligados à rede elétrica com recurso a baterias, é necessário a instalação de um inversor híbrido. Estes fazem a gestão automática da energia que é para alimentar as cargas, da que vai para a bateria com base no consumo e produção elétrica pelo sistema fotovoltaico.

Como se pode observar na figura 5.6, é possível interligar ao sistema fotovoltaico um gerador eólico, ou outra fonte de energia à entrada do inversor e definir qual a ordem em que atua cada uma dessas fontes de energia.

É possível programar o inversor para o caso de não existir radiação solar e o sistema fotovoltaico não esteja a produzir.

Ao chegar a um determinado nível da bateria vai entrar em funcionamento o gerador a diesel, ou, será alimentado a partir da energia elétrica vinda da rede pública (SunEnergy, 2018).



Figura 5.6 – Esquema inversor híbrido (MLB, 2018)

Para inversores *Off-Grid* é necessário ter em consideração as cargas que serão ligadas bem como os equipamentos e as suas respectivas correntes de arranque, pois existem equipamentos, nomeadamente motores que podem funcionar a uma determinada potência nominal, mas que possuem uma corrente de arranque muito elevada, devendo o inversor ter a capacidade de responder ao respetivo arranque dos equipamentos. É de realçar que a escolha dos inversores deverá ser compatível com o regulador e a tensão nominal das baterias.

A figura 5.7 demonstra uma instalação *Off-Grid* realizada pela SunEnergy.



Figura 5.7 – Inversor Off-Grid

5.3 Reguladores de carga

O regulador de carga tem como objetivo impedir o sobre carregamento ou as descargas profundas do banco de baterias, sendo assim este é o responsável pela vida útil das mesmas. Os reguladores de carga utilizam-se preferencialmente em sistemas Off-Grid.

Os reguladores de carga estão ligados aos módulos solares que por sua vez faz a gestão da energia da bateria estando este ligado a um inversor *DC/AC* como se observa na figura 5.8.

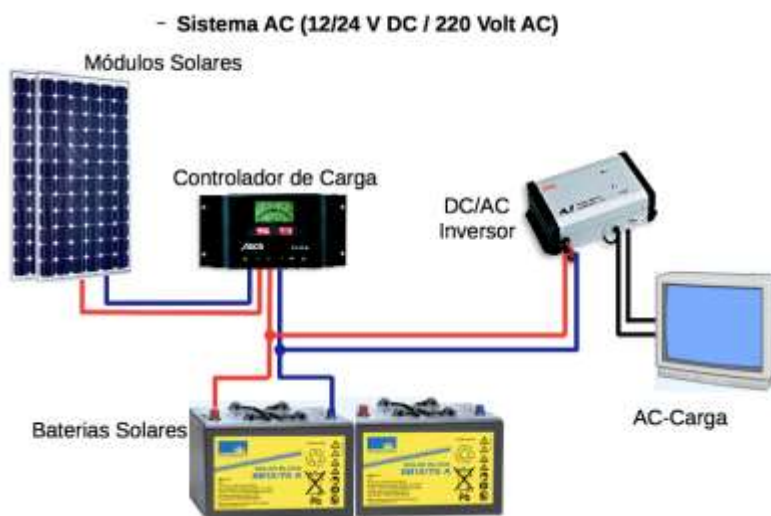


Figura 5.8 – Esquema sistema fotovoltaico com regulador de carga (Portal Energia, 2015)

5.3.1 Dimensionamento do regulador de carga

O regulador de carga é definido pela tensão de trabalho do sistema e pela maior corrente exigida. A capacidade do regulador de carga deve ser superior à corrente dos painéis ou às do consumo das cargas, devendo ser calculadas ambas as correntes, selecionando-se a maior corrente, dividido pela tensão de trabalho do equipamento.

Exemplo:

Para uma potência máxima de 570 W, sendo a potência de pico 600 Wp.

Divide-se este valor pela tensão do sistema, obtendo-se a corrente que será necessária para escolher o regulador de carga.

Exemplo para um sistema a funcionar a 12 V:

$$600 \text{ Wp} / 12 \text{ V} = 50 \text{ A}$$

Caso a corrente total supere a capacidade do regulador de carga, divide-se a instalação em dois ou mais barramentos de energia, executando o mesmo princípio de equilíbrio de cargas de uma instalação elétrica.

Se a instalação for para trabalhar a uma tensão nominal de 12 V será necessário a divisão da carga em dois reguladores de carga de $30\text{A} + 30\text{A} = 60\text{A}$ que será superior aos 50A.

Exemplo para um sistema a funcionar a 24 V:

$$600 \text{ W} / 24 \text{ V} = 25 \text{ A}$$

Neste caso, com a instalação a 24 V não será necessário a divisão da carga, e só será utilizado um regulador com capacidade superior a 25 A, ou seja, por exemplo de 30 A (Portal Energia, 2015).

A SunEnergy tem como regulador de carga mais instalado, a marca Victron Energy e do modelo BlueSolar como se ilustra na figura 5.9, sendo que a escolha da gama de tensão é conforme o cálculo do exemplo mencionado, bem como a disposição de stock.



Figura 5.9 – Regulador de carga

5.3.2. Diferença entre tecnologias de reguladores de carga

Existem dois tipos de controladores:

- Regulador de carga *MPPT*;
- Regulador de carga *PWM*.

O uso do regulador *PWM* está em decréscimo devido à sua baixa eficiência em relação ao regulador *MPPT*, sendo que o regulador *MPPT* tem um ganho superior em cerca de 30%, isto deve-se ao fato de o regulador *PWM* funcionar através de pulsos eletrônicos, ou seja, um *switch on-off* com uma frequência muito alta que verifica constantemente o estado da bateria. Numa bateria totalmente carregada, é enviado um pulso para a bateria, por outro lado, numa bateria descarregada os pulsos são quase contínuos, sendo assim que o controlador verifica o estado da bateria. Por sua vez, o regulador *MPPT* foi criado com a função de rastrear o ponto máximo de potência do painel fotovoltaico e utilizar essa potência máxima na tensão da bateria (Mpptsolar, s.d.).

5.4 Baterias

Devido ao facto da produção de energia, muitas vezes, não coincidir com o momento de consumo, é necessário um elemento de acumulação. Este é o papel das baterias. No mercado existem diversos tipos de baterias, como as de arranque ou as estacionárias. No entanto, as de maior interesse para este tipo de instalações são as baterias estacionárias.

O processo de carga de uma bateria de lítio consiste na transferência de iões de lítio do ânodo para o cátodo, os iões passam de um lado para o outro através do eletrólito e do separador, quando se dá o processo de descarga da bateria ocorre o processo contrário, ou seja, os iões passam através dos eletrólitos e do separador poroso do ânodo para o cátodo como se verifica na figura 5.10.



Figura 5.10 – Constituição bateria de lítio (BBaterias, 2012)

Comparando as baterias de lítio com as de chumbo-ácido, estas apresentam uma menor necessidade de manutenção, isto deve-se ao facto de nas baterias de chumbo-ácido ser necessário adicionar água e ácido para que estas funcionem corretamente.

Outra vantagem das baterias de lítio é a sua alta densidade de energia, ou seja a capacidade que estas têm de armazenar energia, estas baterias ao contrário das baterias de Níquel Cádmio (NiCd), em que para carregar uma bateria tinha que se deixar a mesma descarregar totalmente, nas baterias de lítio isto não acontece devido a que estas não têm memória de ciclo de carga como se verifica na figura 5.11.

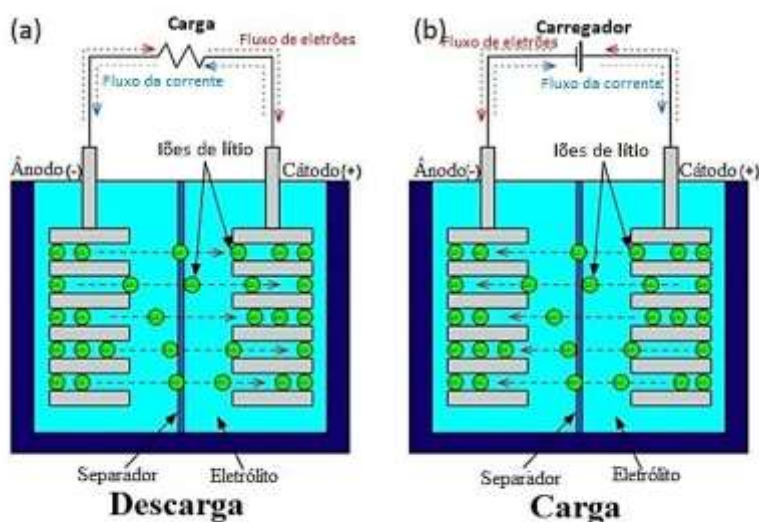


Figura 5.11 – Processo de carga/descarga baterias de lítio (ibxk, 2017)

Como desvantagens, as baterias de lítio têm o seu preço mais elevado, e a sensibilidade das mesmas às temperaturas elevadas fazendo com que estas se decomponham muito mais rapidamente que em circunstâncias normais. Outra grande desvantagem deste tipo de baterias é a durabilidade das mesmas devido a estarem sempre em descarga quer estejam em funcionamento ou não.

As baterias de gel são as mais estáveis por serem constituídas por gel, contudo são mais caras. Não existe perigo de derrame, podem ser instaladas num espaço sem a obrigatoriedade de ser ventilado.

As baterias monobloco têm o mesmo funcionamento das baterias de ácido-chumbo. Compostas por blocos de 6 V ou 12 V. São as mais baratas, mas têm uma durabilidade inferior.

As características mais importantes de uma bateria são a sua capacidade, que vem medida em amperes-hora (Ah) e a sua tensão (V). Como já foi dito, uma bateria estacionária é formada por elementos de 2 V, os quais se ligam em série para aumentar a tensão da instalação (12, 24, ou 48V). Ao ligar em série estes elementos, aumenta-se a tensão, no entanto, a capacidade total da bateria será a capacidade de um único elemento (ibxk, 2017).

Na ligação em série soma-se as tensões dos elementos, enquanto a corrente total é igual à de um elemento, como se observa na figura 5.12.



Figura 5.12 – Ligação de baterias em série (Infopasa, 2013)

Na ligação em paralelo soma-se as correntes de todos os elementos, enquanto a tensão total é igual a de um elemento, como se demonstra na figura 5.13 (infopasa, s.d.).

Ligação em paralelo

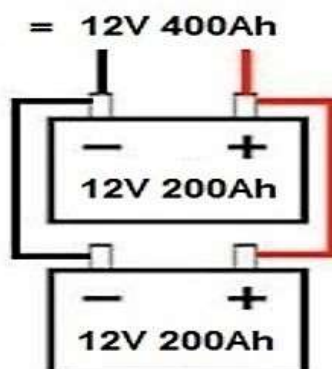


Figura 5.13 – Ligação de baterias em paralelo (Infopasa, 2013)

5.4.1. Dimensionamento das baterias

Para dimensionar a capacidade da bateria a instalar, é fundamental conhecer os consumos diários e a utilização das cargas. Posto isto, calcula-se a capacidade da bateria, como o exemplo que se observa na equação 5.1. Se uma instalação tiver um consumo diário de 6 kWh (SunEnergy, 2018).

Capacidade da bateria:

$$6 * 1,5 * 2 = 18 kWh \quad (5.1)$$

Onde:

- 6 representa o consumo diário em kWh;
- 1,5 constante de sobredimensionamento;
- 2 tempo de duração em nº de dias da autonomia desejada.

Bateria de 24 V a 18000 W

$$\frac{18000 W}{24 V} = 750 Ah \quad (5.2)$$

Com recurso a uma ferramenta de simulação online *PVGis solar calculator* verifica-se a quantidade de painéis necessários para carregar a bateria, considerando-se para isso a energia produzida pelos mesmos diariamente.

5.5. Estrutura e material necessário para o suporte de fixação

O método de fixação das estruturas é de considerável importância, uma vez que estas permitem que os módulos fotovoltaicos se mantenham em segurança e não só, são estas que fazem a devida correção de ângulo de inclinação para otimizar a potência máxima gerada pelo sistema fotovoltaico.

Para se escolher uma estrutura adequada ao bom funcionamento do sistema, é de ter em consideração os ventos predominantes, a orientação preferencial dos painéis, e mesmo o enquadramento dos módulos na arquitetura envolvente.

5.5.1. Simulação de diversas orientações da estrutura

Recorrendo ao software de simulação *PVGIS*, pode-se observar, duas simulações no mesmo local diferindo apenas o ângulo de inclinação.

Na primeira simulação onde o ângulo de inclinação é de 0° , ou seja, o módulo fotovoltaico está com uma posição paralela ao solo, pode-se observar na figura 5.14 a energia mensal (E_d) no decorrer de um ano, bem como a irradiação por m^2 nos módulos (H_d).

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°10'37" North, 8°25'0" West, Elevation: 46 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 9.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.4%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.1%

Fixed system: inclination=0°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	14.50	451	1.91	59.3
Feb	22.60	633	2.91	81.3
Mar	33.40	1040	4.35	135
Apr	38.50	1160	5.10	153
May	45.80	1420	6.14	190
Jun	51.10	1530	6.94	208
Jul	53.50	1660	7.30	226
Aug	47.50	1470	6.50	201
Sep	37.70	1130	5.09	153
Oct	25.80	798	3.43	106
Nov	16.50	495	2.18	65.5
Dec	12.60	390	1.69	52.3
Yearly average	33.3	1010	4.47	136
Total for year		12200		1630

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Figura 5.14 – PVGIS 0° de inclinação (PVGIS, 2018)

Com a alteração do ângulo, para uma inclinação de 30°, e uma orientação de 0° a sul, pode-se concluir através da figura 5.15 que a energia mensal, E_d , nos meses de inverno aumenta significativamente, isto deve-se a que Portugal se encontre ligeiramente acima da linha do Equador.

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°10'37" North, 8°25'0" West, Elevation: 46 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.2% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.6%

Fixed system: inclination=30°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	22.50	696	2.91	90.1
Feb	31.70	887	4.09	115
Mar	40.30	1250	5.33	165
Apr	41.10	1230	5.52	166
May	44.70	1380	6.07	188
Jun	47.60	1430	6.55	196
Jul	51.00	1580	7.04	218
Aug	49.40	1530	6.86	213
Sep	44.80	1340	6.14	184
Oct	34.50	1070	4.63	143
Nov	24.80	745	3.26	97.8
Dec	20.50	636	2.66	82.6
Yearly average	37.8	1150	5.09	155
Total for year		13800		1860

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Figura 5.15 – PVGIS 30° de inclinação (PVGIS, 2018)

Como se verifica na figura 5.16, Portugal encontra-se acima da linha do Equador pelo que, uma orientação ótima de inclinação para o nosso país é a inclinação entre 20° e 30°. Por outro lado, por exemplo em Timor Leste, a orientação ideal dos módulos fotovoltaicos são 15° voltados a norte.



Figura 5.16 - Linha do Equador (Brasil Escola, 2018)

5.5.2. Estruturas utilizadas ao longo do estágio

Dependendo do local, telhado e da estrutura de suporte do mesmo, este irá influenciar tanto a estrutura a aplicar como os próprios materiais de fixação, figura 5.17.

Para telhados inclinados com telha lusa, tem-se em consideração a água mais a sul (tendo-se como definição água, como um dos lados do telhado), para a colocação dos módulos.



Figura 5.17 – Painéis fotovoltaico em cobertura de telha (Ambiente Energia, 2017)

A estrutura a aplicar nestes casos passa por dois perfis por baixo dos módulos, onde estes assentam e onde são seguros através de parafusos representados na figura 5.18 e palometas (figura 5.19) fixados no perfil (figura 5.21), este é fixado ao telhado através de varões roscados presos por bucha química à viga em cimento.

Ao instalar um conjunto de *strings* de painéis fotovoltaicos é necessário ter em consideração o número de acessórios necessários para a estrutura de suporte dos mesmos.

Os topos, representados figura 5.20 são calculados com base no número de *strings*, sendo que cada *string* leva quatro topos, quatro parafusos Allen, (sendo estes do tamanho da moldura do painel), quatro palometas e dois perfis com um comprimento ligeiramente superior ao somatório do comprimento dos painéis.

O número de meios de fixação (figura 5.22), podem ser calculados através da expressão 5.3:

$$N^{\circ} \text{ de meios} = (N-1) * 2 \quad (5.3)$$

Onde N representa o número de painéis por fileira, como se observa na figura 5.23. A cada meio de fixação corresponde um parafuso, e uma palometa que assenta no perfil.



Figura 5.18 - Parafuso Allen (Fortesisoluções, 2018)

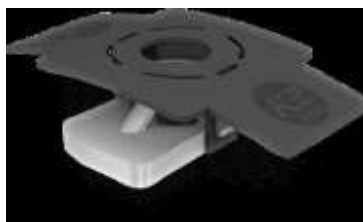


Figura 5.19 – Palometa (K2 System, 2018)



Figura 5.20 – Topo de fixação (K2 System, 2018)



Figura 5.21 – Perfil Speed Rail (K2 System, 2018)



Figura 5.22 – Meio de fixação (K2 System, 2018)



Figura 5.23 – Instalação estrutura fotovoltaica

Como referido anteriormente, a estrutura é condicionada pelo tipo de telhado, pelo material de construção e pelo tipo de estrutura.

A estrutura mais utilizada para unidades de produção de autoconsumo inferior a 1500 W, é em telhado inclinado com telha lusa e viga de cimento como estrutura de suporte do mesmo.

Nestes casos, se existir uma boa área a sul, com uma inclinação favorável à colocação dos painéis (aproximadamente 25 °), opta-se por uma estrutura coplanar, onde os perfis são seguros através de varões roscados sendo furada a telha e fixos à estrutura de suporte com bucha química como se visualiza na figura 5.24.



Figura 5.24 - Fixação de estrutura em telha (Portal Solar, 2018)

Por outro lado, para UPAC com uma potência superior a 1500 W, nomeadamente a nível empresarial o mais comum é encontrar-se telhados com estrutura em painel *sandwich* como se verifica na figura 5.25. Neste caso, a colocação dos perfis assenta apenas através dos métodos de fixação adequados ao tipo de painel, sendo que nesta situação o preço da estrutura é consideravelmente mais económico.



Figura 5. 25 – Painéis fotovoltaicos em cobertura painel sandwich

Nas circunstâncias em que o local onde vão ser colocados os módulos fotovoltaicos possui uma inclinação aproximada a 0° (ou seja, um local plano), ou com uma orientação desfavorável, para otimizar o rendimento do painel fotovoltaico, utiliza-se uma estrutura de correção de ângulo, vulgarmente conhecida por estrutura em triângulo. Neste caso, com esta estrutura, é possível obter o melhor ângulo para se obter uma maior energia produzida pelo gerador fotovoltaico.

Existem dois tipos de estrutura triangular, sendo uma delas a *K2 Systems* que é a mais utilizada pela SunEnergy, pela versatilidade da mesma e pela fácil instalação e conjugação com os diferentes tipos de perfis utilizados, sendo que estes assentam na estrutura em triângulo e são fixos através de parafusos e porcas de segurança, levando um triângulo aproximadamente a cada 1,5 m de comprimentos da fileira de painéis fotovoltaicos como se verifica na figura 5.26.



Figura 5.26 – Estrutura bancada em triângulo (K2 System, 2018)

Existem também estruturas em triângulo duplos e triplos, que consistem na colocação dos módulos fotovoltaicos.

Outro tipo de estrutura, em suporte de triângulo, é para adaptar a orientação em função das horas de maior consumo de uma instalação, por exemplo, a uma indústria que tenha maior consumo pela manhã e pelo final do dia, é aconselhável uma estrutura em triângulo com orientação nascente -poente, como mostra a figura 5.27.



Figura 5.27 – Estrutura de fixação Nascente-Poente (K2 System, 2018)

6. Projetos realizados ao longo do estágio

A SunEnergy como empresa instaladora de sistemas que utilizam energias renováveis garante o ótimo funcionamento dos sistemas por si instalados. Com este objetivo cada caso de estudo passa por vários processos, entre os quais a comunicação entre o cliente e a empresa para definir qual o sistema que melhor se adequa às necessidades do cliente. De seguida existe um levantamento das necessidades energéticas, o tipo de sistema a implementar: autoconsumo com ou sem recurso a baterias, instalação com ou sem ligação à rede elétrica, ou Unidade de Pequena Produção. Todas as soluções propostas pela SunEnergy, são pensadas de modo a existir uma otimização da tecnologia instalada, tendo sempre como alvo a satisfação dos clientes.

6.1. Recolha de dados para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico – Autoconsumo.

Para existir um maior detalhe no estudo dos sistemas a implementar, existe um formulário de levantamento de dados *standard* a ser preenchido, apresentado no anexo B.4.

O preenchimento deste formulário permite fazer o levantamento das especificidades da instalação em consideração, o que é essencial para que no futuro a equipa instaladora possa ir convenientemente preparada para poder realizar uma instalação de forma mais rápida e mais eficaz.

Após o levantamento dos dados do local da instalação é necessário fazer o dimensionamento da potência a instalar, de forma a que a energia produzida pelo sistema fotovoltaico seja absorvida pelas cargas, sem que exista demasiado excedente de produção. Para isso tem-se em consideração a área útil onde serão instalados os painéis fotovoltaicos, as sombras, a orientação e inclinação do suporte onde estes serão fixados.

Depois de dimensionada a respetiva instalação, realiza-se o orçamento contemplando todos os equipamentos e mão-de-obra necessários para a execução da obra. Elaborando também o respetivo estudo com todas as informações técnicas e económicas necessárias sobre o sistema a implementar.

Após a elaboração do orçamento e do estudo do sistema fotovoltaico realiza-se uma apresentação ao cliente de forma a dar a conhecer o sistema, bem como elucidar algumas dúvidas que possam surgir (SunEnergy, 2018).

Para uma boa análise/estudo é necessário obter os seguintes dados sobre a instalação:

- Faturas recentes de energia preferencialmente que cubram um ano de consumo;
- Potência contratada (Por lei a potência instalada tem que ser menor ou igual que a potência contratada);
- Tarifas e taxas indexadas ao consumo;
- Nível de tensão de consumo:
 - BTE – Se o contador for de telecontagem, pedir ao cliente o diagrama de cargas que o comercializador pode fornecer;
 - MT e AT – Pedir-se autorização ao cliente para aceder ao diagrama de cargas no site da EDP distribuição. Na figura 6.1 é apresentado um exemplo do formulário para obter a informação.

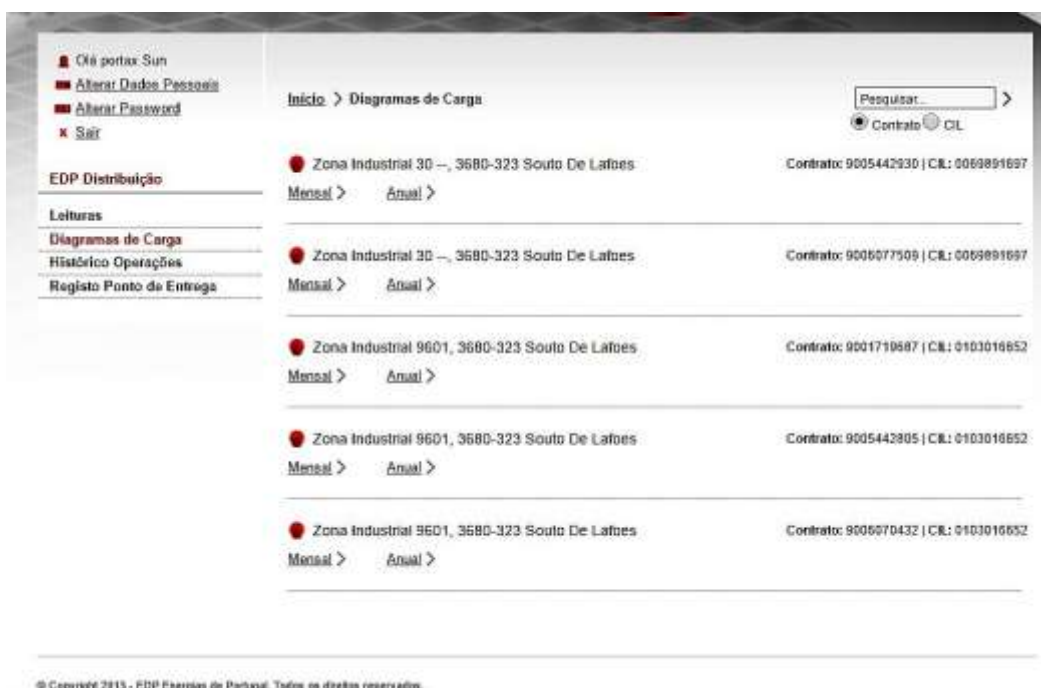


Figura 6.1 – EDP Distribuição (EDP Distribuição, 2018)

No separador apresentado na figura 6.2 deve seleccionar-se a informação que se considera relevante para o dimensionamento do sistema fotovoltaico. Habitualmente os dados seleccionados são em função da potência ou da energia. Através da potência obtém-se diretamente um diagrama de cargas de consumo sendo mais fácil traçar uma *base-line* para a potência a instalar. O sistema permite obter as informações para períodos de 15 minutos.

Figura 6.2 – Diagrama de carga mensal (EDP Distribuição, 2018)

Após descarregar os diagramas de cargas correspondentes a um ano completo, é analisado e definida uma *base-line* para dimensionar a potência a instalar. É necessário ter em atenção os meses de inverno e verão, bem como os diferentes períodos horários. O tipo de telhado (telha lusa, *sandwich*, etc.), a área útil do mesmo e a estrutura de suporte do telhado também é algo a ter em atenção tal como a distância entre as vigas de suporte do telhado.

Após reunir toda a informação necessária, e analisado o perfil de consumo calcula-se a potência a instalar, o tipo de painel, o número de painéis e a estrutura a usar, que depende da orientação e ângulo do telhado.

Em seguida é realizado um esboço em 3D com apoio ao software *Sketchup*. Esta representação permite visualizar as sombras, dando outra perspetiva do local para a realização da obra.

Para clientes domésticos ou proprietários de pequenos negócios, cujo consumo energético não é muito elevado a SunEnergy dispõe de diversos *Kits* de autoconsumo, com ou sem recurso a baterias. Para um melhor serviço, a SunEnergy analisa sempre os consumos energéticos, seja com recurso a faturas de energia elétrica ou através de outro recurso de contagem.

Com a informação apresentada na tabela 6.1, é possível ao cliente ter a primeira perceção do valor de investimento e a poupança média de um sistema fotovoltaico com ligação a uma instalação monofásica. Os preços apresentados podem variar em função da complexidade da instalação.

Tabela 6.1 – Kits de Autoconsumo – Preço e Poupança estimada (SunEnergy, 2018)

PREÇO KIT COM	PREÇO KIT COM	PREÇO KIT COM	PREÇO KIT COM	PREÇO KIT COM
2 Painéis	3 Painéis	4 Painéis	5 Painéis	6 Painéis
DESDE 1,100 € PVP (IVA INCLUIDO)	DESDE 1,450 € PVP (IVA INCLUIDO)	DESDE 1,750 € PVP (IVA INCLUIDO)	DESDE 2,000 € PVP (IVA INCLUIDO)	DESDE 2,300 € PVP (IVA INCLUIDO)
Poupança Estimada (Anualizada)	Poupança Estimada (Anualizada)	Poupança Estimada (Anualizada)	Poupança Estimada (Anualizada)	Poupança Estimada (Anualizada)
Porto > 188 €	Porto > 282 €	Porto > 376 €	Porto > 470 €	Porto > 564 €
Coimbra > 190 €	Coimbra > 285 €	Coimbra > 379 €	Coimbra > 475 €	Coimbra > 570 €
Lisboa > 197 €	Lisboa > 296 €	Lisboa > 394 €	Lisboa > 493 €	Lisboa > 592 €
Faro > 214 €	Faro > 321 €	Faro > 428 €	Faro > 535 €	Faro > 642 €

De realçar que os preços apresentados englobam a instalação, os painéis, os inversores, e todos os equipamentos necessários para o bom funcionamento do sistema. Existe sempre a possibilidade de no futuro ampliar a instalação fotovoltaica mediante as necessidades energéticas do consumidor.

A SunEnergy, trabalha com diversos *Kits* de autoconsumo com recurso a baterias para armazenar o excedente de energia da produção fotovoltaica durante o dia, para que esta possa ser utilizada durante a noite. Atualmente os consumidores devido a uma sociedade cada vez menos presente em instalações de primeira habitação durante o dia, e sendo este o período em que a produção de energia por fonte solar fotovoltaica assume o seu ponto máximo, é de todo aconselhável a acumulação deste excedente em baterias.

Tabela 6.2 - Kits de autoconsumo com baterias para instalação monofásica (SunEnergy, 2018)

SOLUÇÕES MONOFÁSICAS	10 Painéis	14 Painéis	16 Painéis	20 Painéis	20 Painéis
	9,500 €	11,000 €	12,000 €	13,000 €	17,000 €
	4,5 kWh	6,3 kWh	6,3 kWh	6,3 kWh	12,6 kWh

Com o objetivo de ajudar os clientes a escolher a solução a adotar, a SunEnergy apresenta um conjunto de informações associadas ao sistema a implementar. Na tabela 6.2 é apresentada a informação para clientes com instalação monofásica. Na tabela 6.3 são apresentadas as informações para clientes com instalações trifásicas.

Tabela 6.3 - Kits de autoconsumo com baterias para instalação trifásica (SunEnergy, 2018)

SOLUÇÕES TRIFÁSICAS	12 Painéis	16 Painéis	20 Painéis	24 Painéis	28 Painéis
	13,000 €	14,000 €	15,000 €	18,000 €	19,000 €
	9 kWh	12,6 kWh	9 kWh	12,6 kWh	12,6 kWh

Os *Kits* propostos são uma ferramenta para que o cliente no primeiro contacto com os sistemas fotovoltaicos, fique com uma ideia do preço associado ao serviço pretendido. No entanto, é efetuado um orçamento e um estudo com as poupanças e energia produzida para cada cliente, e cada instalação.

6.2. Softwares utilizados ao longo do estágio

Ao longo do estágio tive a oportunidade de explorar diversos *softwares* de implantação gráfica, de simulação e cálculo de variáveis relativas a sistema fotovoltaicos, variáveis essas de caráter técnico e económico-financeiro.

A ferramenta mais utilizada para implementação gráfica, mais propriamente para visualização de área útil e simulação de sombras, foi o *software SketchUp*. Este *software* permite uma representação gráfica da instalação dos painéis fotovoltaicos nas respetivas instalações. Permite ainda simular o sombreamento ao longo dos meses do ano, em função do local onde será efetuada a instalação.

Outro *software* gráfico utilizado, foi a ferramenta *AutoCAD*. Com este recurso foi possível a análise de plantas e as respetivas cotas, o que permite avaliar a disponibilidade de espaço para colocação dos módulos fotovoltaicos. O *software* utilizado para simulação e cálculo para implementação de sistemas fotovoltaicos, foi o *PV*SOL Premium*. Esta ferramenta permite ao utilizador a implementação gráfica, o cálculo de sombreamento, a configuração dos inversores e o dimensionamento dos circuitos elétricos.

Com recurso a este programa, é possível determinar a taxa de autoconsumo e o desempenho do sistema, permitindo assim ao utilizador ter uma noção do comportamento do sistema fotovoltaico e se o dimensionamento é o que melhor se enquadra ao perfil de consumo da instalação. É possível avaliar a energia produzida pelo sistema fotovoltaico, incluir o efeito da degradação dos módulos, as perdas do sistema, tanto a nível de cablagem como nos inversores, assim como as perdas devido a sombreamento nos módulos fotovoltaicos.

O *software PV*SOL Premium*, permite também a análise económica e viabilidade da solução a propor, permite o cálculo da tarifa e economia nos diversos períodos horários, é possível determinar o retorno do investimento, a economia gerada e a poupança criada pela implementação do sistema fotovoltaico, assim como determinar a respetiva venda de excedente.

Para além destes *softwares*, foram utilizadas outras ferramentas, como aplicações WEB de várias marcas de inversores. Foram também utilizados recursos do *Microsoft Office*, plataformas online para o cálculo da energia produzida em função da radiação solar, como por exemplo *PVGIS Solar Radiation*. Para a configuração dos inversores foram utilizadas plataformas online da marca *Fronius Solar Web*, representado na figura 6.3 e *Huawei Monitoring System*.

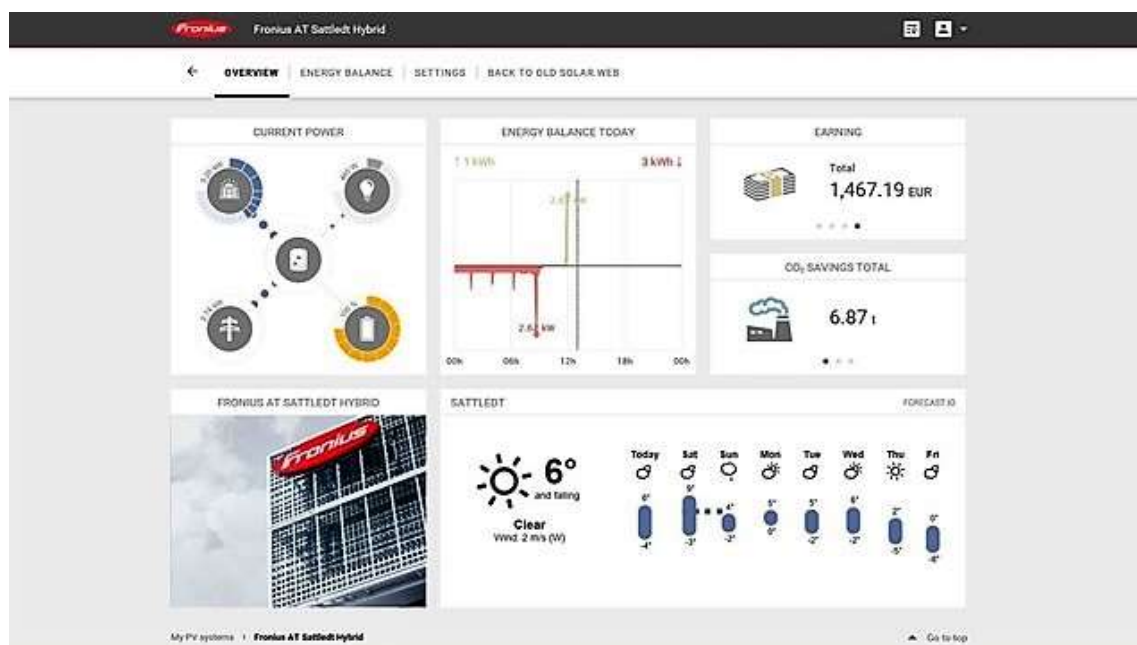


Figura 6.3 – Página WEB Fronius Solar Web (SolarWeb, 2018)

6.3. Casos de estudo

No decorrer do estágio na SunEnergy, foi possível trabalhar em vários projetos com diversas tecnologias, e formas de implementação. Os casos de estudo apresentados neste relatório incluem a implementação de um sistema fotovoltaico com recurso a baterias, o projeto de uma instalação para a participação em concursos, tendo como alvo, entidades públicas, passando por unidades fabris de elevado consumo de energia elétrica.

Os sistemas fotovoltaicos instalados pela SunEnergy, são executados de acordo com o Decreto de Lei nº153/2014 que criou os regimes jurídicos aplicáveis à produção de eletricidade destinada ao autoconsumo. Os esquemas elétricos das unidades de produção são baseados na Norma internacional EN 60364-7-712 desenvolvidos no âmbito da CTE 64. Todos os inversores instalados cumprem com todos os requisitos técnicos, de segurança e qualidade exigidos para este tipo de equipamentos.

A SunEnergy como marca de referência aposta constantemente na segurança dos instaladores, do cliente e dos equipamentos do cliente. Para isso, assegura os requisitos mínimos de segurança associados à instalação elétrica existente. Neste sentido, a existência desse tipo de sistemas não deve representar qualquer tipo de risco adicional a todos os que frequentam o edifício onde o sistema foi instalado.

Em qualquer instalação elétrica que trabalhe com tensões superiores a 48 V deve-se ter o cuidado de utilizar exclusivamente materiais homologados. Toda a instalação do lado DC, tanto no grupo gerador fotovoltaico, como na bateria, está a trabalhar com tensões acima das tensões de segurança, o que aumenta o risco de eletrocussão. A garantia de isolamento e a resistência dos sistemas de terra da instalação devem cumprir os parâmetros mínimos recomendados com proteção diferencial adequada. (SunEnergy, 2018).

6.3.1. Caso de estudo 1: Implementação de um sistema de autoconsumo numa moradia

Os sistemas de autoconsumo para clientes com um baixo consumo energético, como clientes particulares e pequenas empresas, dimensionam-se com base em faturas cedidas pelos clientes e após uma visita técnica ao local onde serão instalados os módulos fotovoltaicos. Nesta visita realiza-se o levantamento das características da cobertura onde serão instalados os painéis fotovoltaicos, assim como o tipo de telha (telha lusa, sandwich, etc), estrutura de suporte do telhado, distância entre os módulos fotovoltaicos, a possível localização do inversor e caminhos de cabos.

Após o levantamento da informação técnica e análise dos consumos realiza-se o dimensionamento tendo como base se é uma instalação monofásica ou trifásica, bem como a área útil disponível para a colocação dos módulos.

Após a avaliação dos elementos obtidos através do levantamento técnico são avaliadas as seguintes condições:

- a) A potência de ligação da unidade de produção não poderá superar a potência contratada no local de consumo;
- b) A energia consumida na instalação de utilização terá de ser igual ou superior a 50% da energia produzida através da unidade de produção.

Para o sistema em estudo o cliente tinha uma instalação trifásica com uma potência contratada de 20,7 kW, tendo sido calculada uma energia consumida no ano antecedente de 8793 kWh.

Foi dimensionado um sistema como demonstra a figura 6.4, sendo instalados 14 painéis policristalinos Jinko JKM-275P perfazendo um total de 3,85 kWp e sendo instalado um inversor híbrido Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S com uma potência nominal de 3 kW. Para este caso, por exigência do cliente, foi instalado um inversor híbrido para posteriormente ser instalada a respetiva bateria.



Figura 6.4 – Implementação 3D do caso de estudo 1

Neste caso de estudo, os painéis fotovoltaicos foram colocados complanares ao telhado, isto significa que ficaram paralelos ao telhado com perfis corridos como se pode observar na figura 6.5.



Figura 6.5 – Estrutura de suporte caso de estudo 1

A colocação da estrutura de suporte dos painéis tem em atenção a perfuração da telha na parte superior, a colocação de silicone ou cola e veda para que não existam infiltrações, indo sempre de encontro à madre de suporte do telhado como se pode verificar na figura 6.6. Qualquer telha partida no decorrer dos trabalhos de instalação é imediatamente trocada.



Figura 6.6 – Estrutura de suporte com perfuração

Os painéis fotovoltaicos foram instalados na cobertura do telhado, sendo que a zona técnica onde se instalou o inversor se encontra na garagem.

Para levar a energia gerada pelos painéis fotovoltaicos, até à zona técnica, instalou-se uma calha que permite proteger o cabo com uma secção de 6 mm² até à entrada do inversor.

O esquema representativo da instalação está representado na figura 6.7.

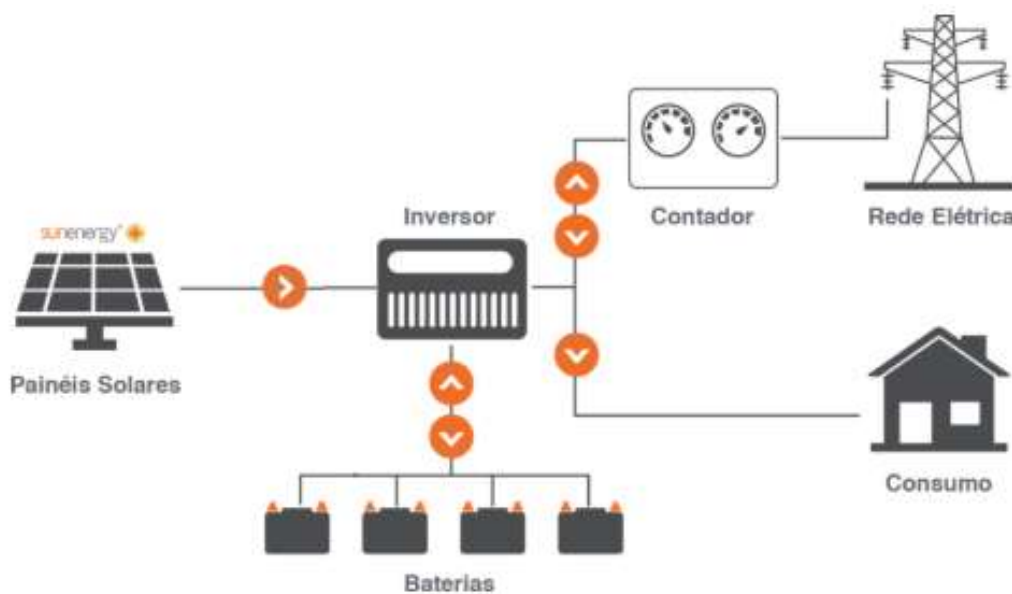


Figura 6.7 - Esquema de ligação sistema de autoconsumo com baterias (SunEnergy, 2019)

Foi instalado um sistema de monitorização da Fronius Solar Web, onde é possível observar em tempo real a produção, o consumo, entre outras características do sistema fotovoltaico instalado. Permite ainda verificar a quantidade de energia armazenada nas baterias.

O gráfico da figura 6.8 representa a energia consumida diretamente dos painéis fotovoltaicos e a energia consumida da rede de energia nacional, durante o mês de agosto.

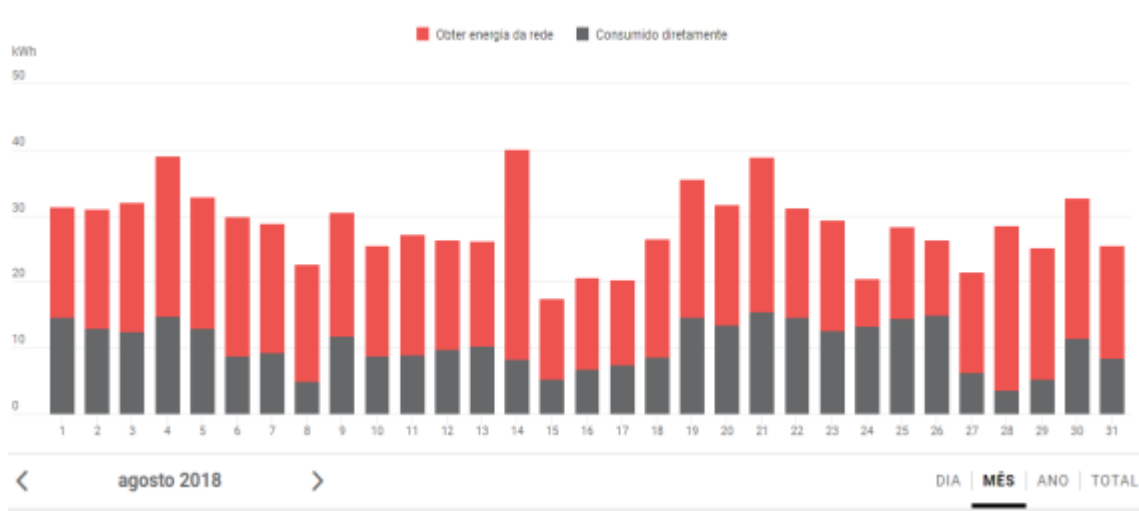


Figura 6.8 – Sistema de monitorização, no mês de agosto caso de estudo 1 (SolarWeb, 2018)

O gráfico da figura 6.9 representa a energia consumida diretamente dos painéis fotovoltaicos e a energia consumida da rede de energia nacional durante o mês de novembro.

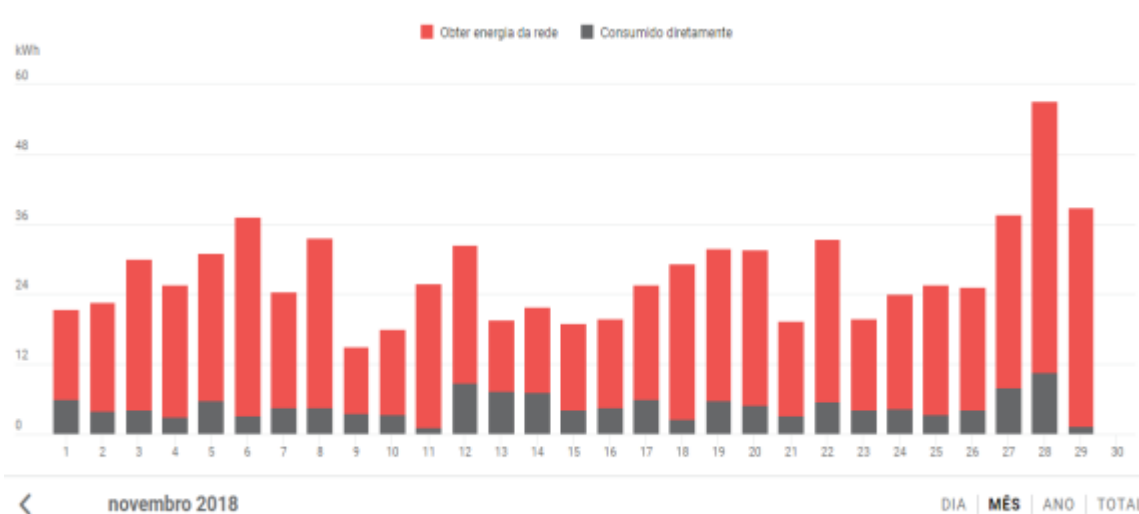


Figura 6.9 - Sistema de monitorização, no mês de novembro caso de estudo 1 (SolarWeb, 2018)

Com base nos pressupostos mencionados, calculou-se que no primeiro ano do projeto, houve por parte do sistema fotovoltaico uma produção de energia de 5632 kWh. No gráfico da figura 6.10 é possível verificar a poupança e venda de excedente da instalação fotovoltaica por mês, durante o período de um ano.

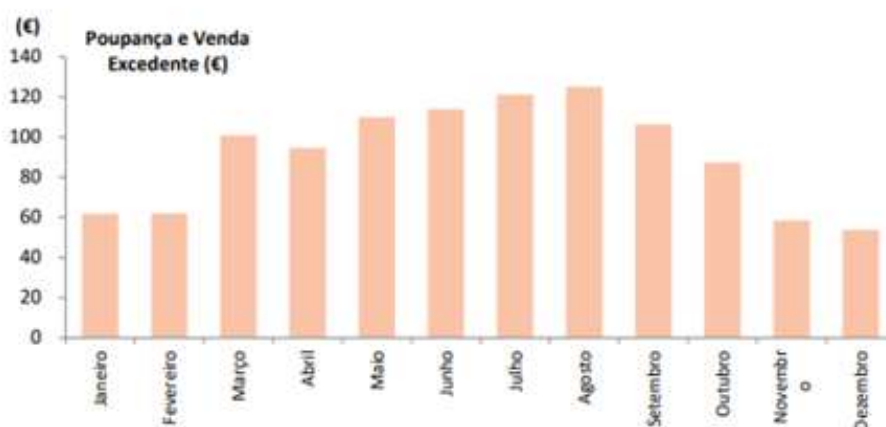


Figura 6.10 – Poupança e venda de excedente do caso de estudo 1 (SunEnergy, 2018)

No sistema de autoconsumo proposto, a produção de energia elétrica foi valorizada à tarifa de compra indicada para uma instalação trifásica com uma potência contratada de 20,7 kW, sendo esta de 0,273 €/kWh. Este é o período com uma tarifa mais elevada, em que a produção fotovoltaica atinge valores máximos existindo assim uma diminuição mais significativa na fatura do cliente. Caso o excedente seja injetado na rede a energia está valorizada ao preço de venda estimado no mercado Ibérico de 0,047 €/kWh para o primeiro ano.

Para este caso estima-se um rendimento de 1095,38 € em que 1053,14 € correspondem à poupança de eletricidade e 42,24 € representa o valor recebido pela venda de energia.

O gráfico da figura 6.11 representa a estimativa da poupança e da venda de energia gerada pela instalação no decorrer de 25 anos.

Para este caso, foi considerado uma inflação na tarifa de 3%, sendo este o valor médio do acréscimo da tarifa, ao longo dos últimos 10 anos.

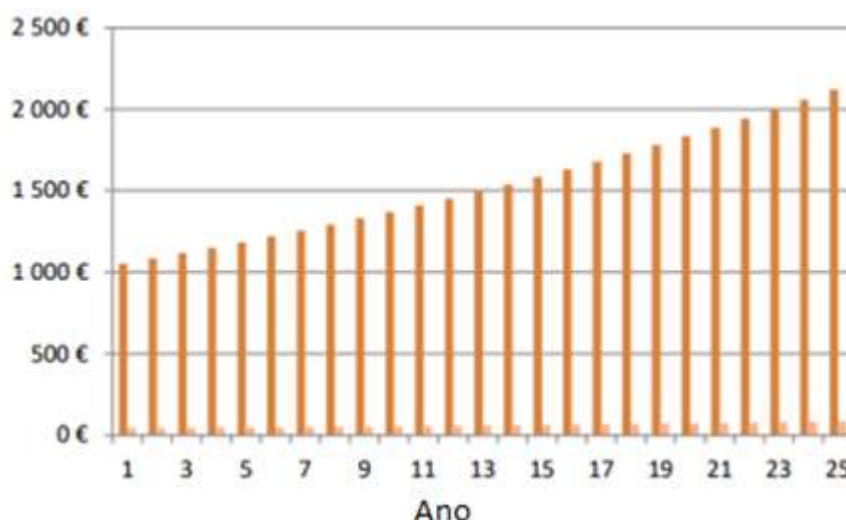


Figura 6.11 – Representação da poupança ao longo de 25 anos (SunEnergy, 2018)

Para além das vantagens económicas e fiscais, ao ser uma energia limpa irá evitar emissões de CO₂ originados pela produção de energia elétrica baseada em combustíveis fósseis. Para este sistema de autoconsumo, estima-se que serão evitados 2872 kg/CO₂ por ano, sendo que no final de 25 anos terá evitado 71800 kg/CO₂ libertados para a atmosfera.

6.3.2 Caso de estudo 2: Instalação de um sistema fotovoltaico numa empresa de acessórios industriais

A partir dos consumos correspondentes a um período de 15 minutos representados na figura 6.12, referentes a 1 ano de consumo disponibilizados pela empresa, traça-se um gráfico de consumo. Neste diagrama de cargas analisa-se a potência de pico, bem como a sazonalidade do consumo da instalação.

Neste caso verifica-se que a potência de pico em média situa-se nos 850 kWp, sendo esse o valor verificado analiticamente.



Figura 6.12 – Diagrama de cargas de quartos horários (EDP Distribuição, 2018)

Tendo analisado o diagrama de cargas, estipulou-se que a potência nominal será de 800 kW.

Foram projetados 2736 módulos fotovoltaicos de 300 Wp da marca Canadian e modelo CS6K-300MS perfazendo uma potência de pico de 820,8 kWp. A potência de pico é comum ser mais elevada que a potência nominal, de forma a garantir que os inversores arranquem e tenham uma boa continuidade de serviço mesmos nas horas de menor radiação solar.

Foram utilizados 16 inversores, com uma potência nominal de 50 kW, tendo estes, 6 MPPT e 2 *strings* independentes por cada MPPT, sendo estes da marca SMA Solar Technology AG, e modelo Sunny Tripower CORE1.

Com recurso a plantas do edifício, imagens aéreas (*google earth*, drone da SunEnergy), iniciou-se o processo para definir o local onde ficarão instalados os módulos fotovoltaicos. Tendo em conta que Portugal está acima da Linha do Equador, a localização ideal será os módulos estarem voltados para sul, embora que, em alguns casos, é favorável uma orientação nascente poente devido às necessidades energéticas do cliente.

Com recurso ao software gráfico Sketchup, realizou-se uma implementação em 3D, à escala, para permitir uma melhor visualização do local e do espaço disponível para a colocação dos módulos fotovoltaicos.

Na figura 6.13 está representada a vista aérea da cobertura com a implementação dos módulos fotovoltaicos.



Figura 6.13 – Vista aérea da cobertura com os módulos fotovoltaicos

Na figura 6.14 encontra-se uma representação gráfica da vista lateral da cobertura com painéis fotovoltaicos.



Figura 6.14 – Vista de perfil da cobertura com os módulos fotovoltaicos

Com recurso a um software de modelagem e simulação para sistemas fotovoltaicos, (PV*SOL premium), realizou-se um estudo teórico e uma simulação da energia produzida pelo sistema fotovoltaico, consumo energético, análise financeira, e retorno de investimento.

A página da figura 6.15 do PV*Sol permite editar os dados do projeto, e que incluem o nome do responsável, a pessoa de contacto, o nome da empresa, o endereço fiscal da empresa e o endereço da instalação.

Figura 6.15 – Página 2 PV*Sol – Dados do projeto

No software é possível definir o tipo de sistema que se deseja instalar (figura 6.16).

As opções são:

- Sistema fotovoltaico conectado à rede;
- Sistema fotovoltaico conectado à rede com consumidores elétricos;
- Sistema fotovoltaico conectado à rede com consumo e sistema de bateria;
- Sistema fotovoltaico conectado à rede com consumo e veículo elétrico;
- Sistema fotovoltaico conectado à rede com consumo, veículo elétrico e sistema de bateria;
- Sistema fotovoltaico autónomo;
- Sistema fotovoltaico autónomo com gerador adicional.

Nesta página do *software* é possível colocar informação sobre a localização para a implementação do sistema fotovoltaico. O próprio *software*, contém em base de dados os registos climáticos para cada local.

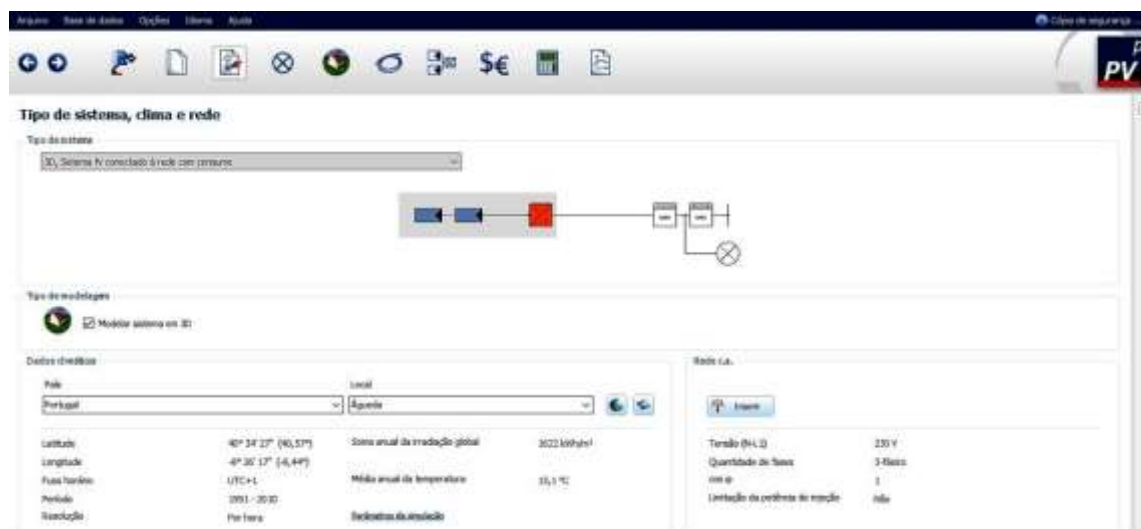


Figura 6.16 – Página 3 PV*Sol – Tipo de sistema, clima e rede

Na figura 6.17, é apresentado um exemplo da página através do qual é possível carregar a informação associada ao consumo da instalação para um ano completo.

Se não existir informação sobre o consumo para cada período horário de 15 minutos, é possível definir um diagrama de cargas, que permite determinar o consumo anual e definir o consumo para os períodos horários necessários.

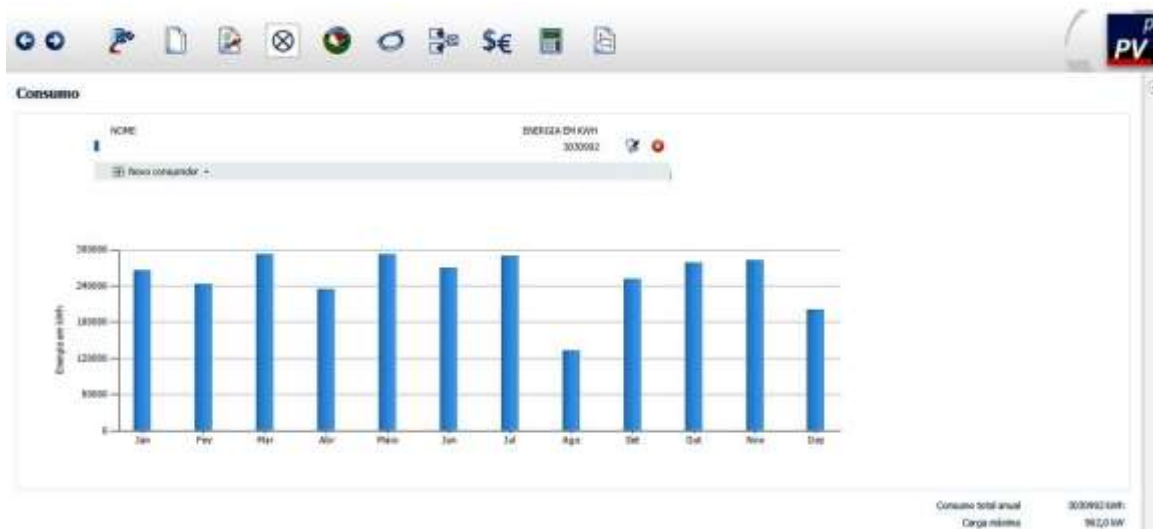


Figura 6.17 – Página 4 PV*Sol - Consumo

Como se pode observar na figura 6.17, o consumo energético total anual é de 3030992 kWh, correspondendo a uma carga máxima de 962 kW, sendo representado graficamente o consumo mensal.

Na figura 6.18 está representada a implementação em 3D do projeto fotovoltaico.



Figura 6.18 – Página 5 PV*Sol – Modelagem 3D

Ao definir-se uma implementação 3D, representam-se os vários edifícios, extrudando-os, dando a altura, largura e inclinação, de acordo com as plantas do edifício.

De seguida procedeu-se à colocação dos módulos nas superfícies, tendo sempre em atenção o espaçamento entre eles para futura manutenção e limpeza, altura das platibandas e a projeção de sombras. Também é possível a configuração dos inversores e a cablagem necessária para o bom funcionamento do sistema.

Depois da colocação dos módulos, configuram-se os inversores tendo em conta a potência de pico e o número de módulos a configurar como apresentado na figura 6.19.

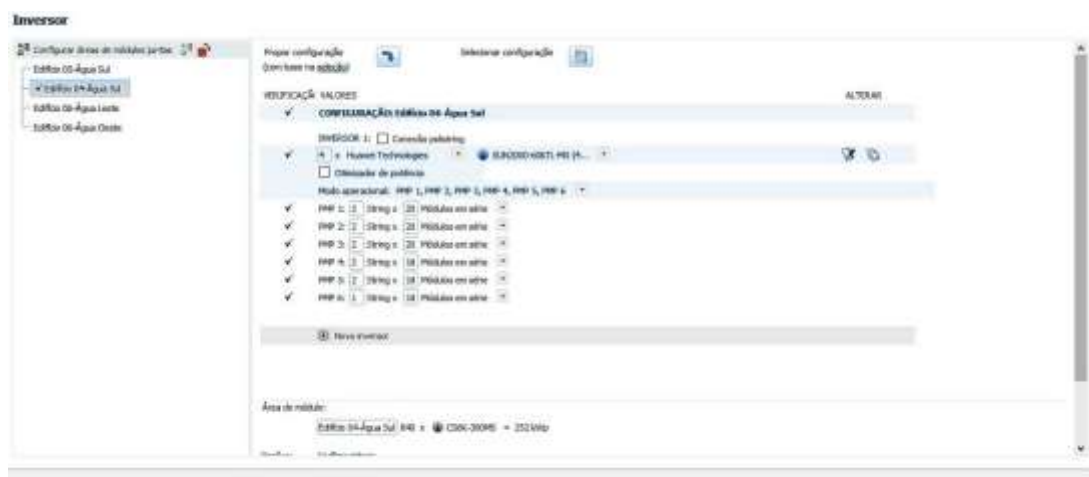


Figura 6.19 – Página 6 PV*Sol - Inversor

Nesta circunstância, optou-se pelos inversores da marca Huawei Technologies da gama SUN2000-60KTL. Este inversor tem uma potência nominal de 60 kW, apresenta 6 entradas de MPPT independentes, e 2 *strings* por entrada de MPP. Cada MPPT pode conectar até 22 módulos fotovoltaicos, totalizando por cada inversor 264 módulos.

É necessário garantir a tensão mínima do inversor de 200 V para assegurar o arranque do mesmo, bem como ter atenção à tensão máxima admissível, neste caso na ordem dos 1000 V.

Quanto ao dimensionamento da cablagem, o software permite a opção de atribuir um valor em percentagem para modelizar as perdas de energia no sistema de cablagem.

Por defeito utiliza-se um valor de 3 %, devido a este ser o valor máximo admitido pelo critério limitador de perdas na ligação DC.

Para modelizar as perdas elétricas nos cabos, como demonstrado na figura 6.20, temos que atribuir a secção do cabo antes do inversor (cabo DC) e depois do inversor (cabo AC), assim como o respetivo comprimento do cabo.

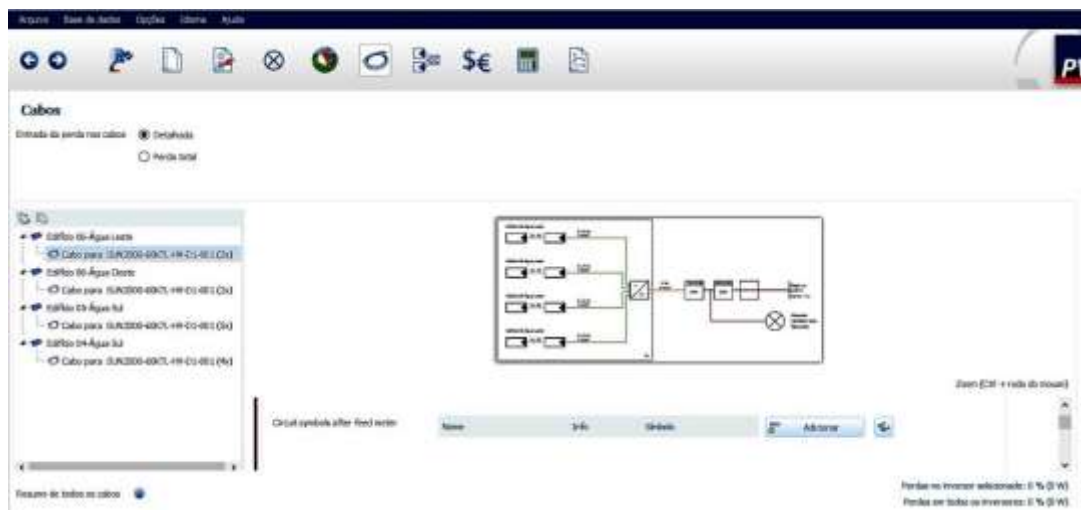


Figura 6.20 – Página 7 PV*Sol - Cabos

Nesta aba é possível definir a localização para a colocação das proteções para o sistema fotovoltaico.

A figura 6.21 representa um exemplo de informação disponível pelo software, sendo definida a análise financeira do projeto fotovoltaico a implementar. Neste caso optou-se por um sistema com e sem venda de excedente, sendo atribuído um preço de venda de energia. Para o ano 2018, o preço de venda do excedente de energia situava-se nos 0,047 €/kWh, atribuído um período de inflação da tarifa de injeção de 3,0% ao ano. Este valor foi calculado com base na inflação da tarifa dos últimos 10 anos.

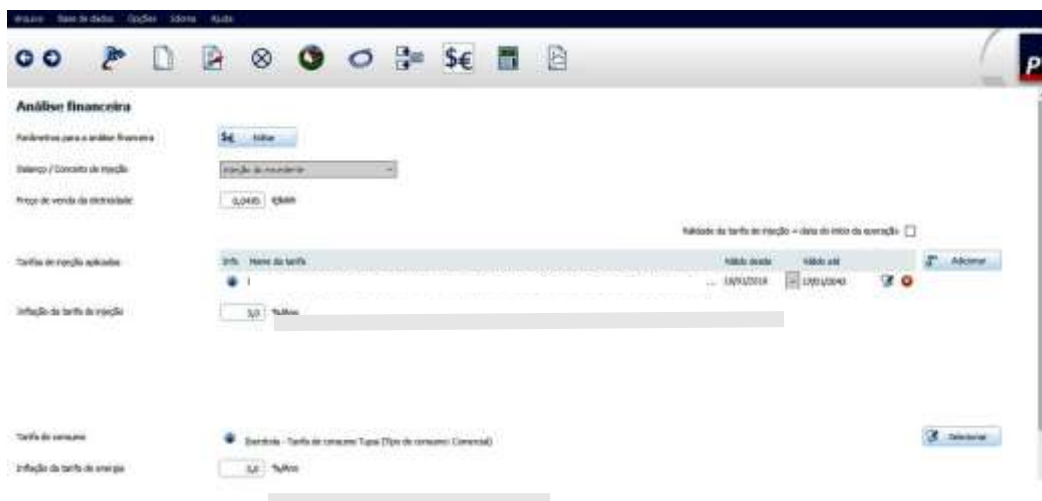


Figura 6.21 – Página 8 PV*Sol – Análise financeira

As diversas tarifas atribuídas aos respectivos períodos horários, como representado na figura 6.22, são definidas através das faturas cedidas pelos clientes. Somam-se os termos de energia das redes, com a potência ativa dos diversos períodos horários, com exceção das pontas.

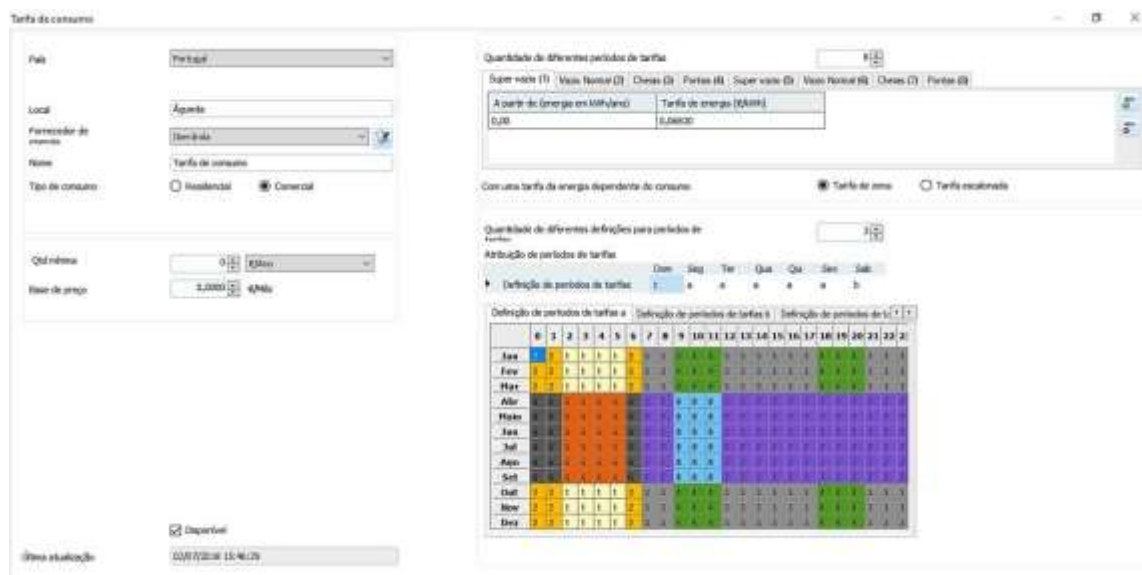


Figura 6.22– Página 8 PV*Sol – Tarifas e período horário

Após a realização da simulação do funcionamento do sistema com o software PVSol Premium, analisam-se os dados e estuda-se qual o melhor cenário a propor ao cliente, neste caso obtiveram-se os dados apresentados na figura 6.23:

O rendimento	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	1.173.958 kWh
Autoconsumo	843.979 kWh
Injeção na rede	329.980 kWh
Rendimento anual específico	1.430,26 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	84,3 %
Autoconsumo	71,9 %
Emissões de CO ₂ evitadas	704.375 kg/ano

Figura 6.23– Resultado simulação PV*Sol

Ao analisar o rendimento do sistema, verifica-se uma taxa de desempenho do sistema bastante elevada. Isto acontece pelo facto de terem sido conseguidas as condições ótimas no que diz respeito a: sombreamento, orientação e inclinação dos painéis fotovoltaicos.

Dos resultados obtidos verifica-se que o autoconsumo é superior a 70%. Este resultado é muito positivo tendo em conta que a unidade fabril tem paragens ao fim de semana.

No gráfico da figura 6.24, analisa-se a energia proveniente do sistema fotovoltaico a amarelo, o autoconsumo a cinza e a injeção do excedente a azul.

Verifica-se que a energia excedente do sistema fotovoltaico injetada na rede é diminuta. O mês que apresenta maior injeção do excedente é o mês de agosto, isto deve-se ao facto de ser um mês ótimo para a produção de energia solar fotovoltaica. Para além disso, no mês de agosto a unidade fabril tem funcionamento parcial, devido ao período de férias da maioria dos operários.

De realçar que nos meses de inverno, a produção de energia por parte do sistema fotovoltaico é cerca de um terço da produção dos meses de verão, isto relaciona-se com o facto de no período de verão existir uma maior quantidade de radiação solar e um maior número de horas de sol.

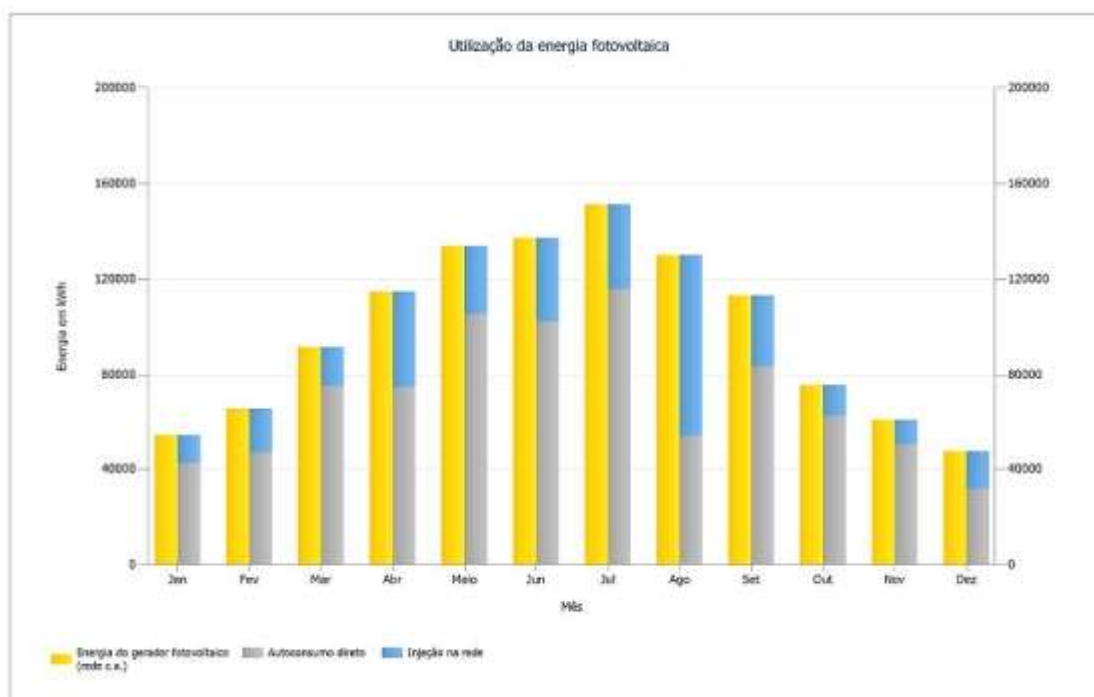


Figura 6.24 – Utilização da energia fotovoltaica PV*Sol

Na tabela 6.4 são apresentados os dados económicos referentes ao investimento e também das receitas obtidas com a venda de energia prevista para os 25 anos. Para esta situação o retorno do investimento situa-se nos 5 anos.

Tabela 6.4 Dados económicos do caso de estudo 2 (SunEnergy, 2018)

DADOS ECONÓMICOS	
PREÇO FINAL (s/ IVA)	460 000,00 €
PREÇO wp INSTALADO (s/ IVA)	0,56 €
TARIFA DE COMPRA ELETRICIDADE	0,106 €/kWh
POUPANÇA PREVISTA 1 ANO	89 300,67 €
POUPANÇA PREVISTA 15 ANOS	1 655 888,54 €
POUPANÇA PREVISTA 25 ANOS	3 148 981,33 €
VENDA PREVISTA 1 ANO	15 508,99 €
VENDA PREVISTA 15 ANOS	287 580,89 €
VENDA PREVISTA 25 ANOS	546 888,78 €

Neste caso, o orçamento proposto era com base no modelo de financiamento que assenta num investimento inicial realizado pelos parceiros da SunEnergy, contemplando a instalação de um sistema de autoconsumo fotovoltaico, excluindo a substituição da cobertura de fibrocimento por painel *Sandwich*. Durante o prazo do contrato, neste caso 15 anos, ambas as entidades partilham as receitas obtidas com a solução instalada, sendo que o cliente paga à empresa instaladora o valor da poupança de energia elétrica, mais um valor acordado no contrato de aquisição do sistema fotovoltaico. Após o prazo contratual, a Unidade de Produção Fotovoltaica reverte para o cliente, tal como o total das receitas que daí advenham, sem realizar qualquer investimento e sem alterar os seus rácios financeiros por via de um novo financiamento. O cliente usufrui de economias logo após a implementação do projeto de autoconsumo (SunEnergy, 2018).

6.3.3. Caso de estudo 3: Instalação de um sistema fotovoltaico numa indústria de cerâmica

É de prever que numa indústria de cerâmica, os consumos energéticos sejam elevados, devido à maquinaria de corte e fornos de cerâmica utilizados por este tipo de indústria, utilizadas para a transformação das matérias primas em produto acabado. Para colmatar o elevado consumo, ponderou-se a colocação de painéis fotovoltaicos para reduzir o consumo da rede elétrica nacional. Assim sendo, foram estudadas várias opções, com diferentes valores de potência a instalar, orientação dos painéis fotovoltaicos, e inclinação dos mesmos.

Iniciou-se o processo pela análise do diagrama de carga da empresa, representados na figura 6.25.

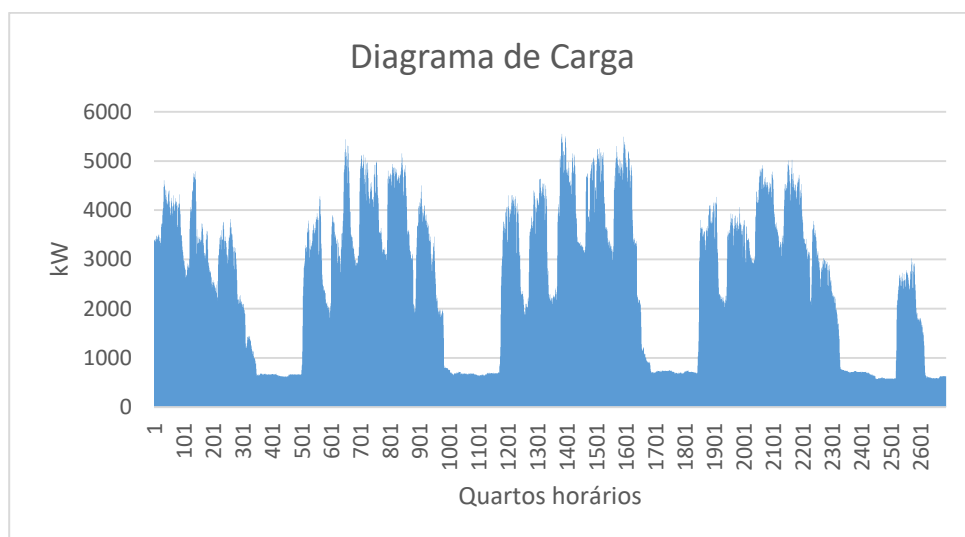


Figura 6.25 – Diagrama de cargas (EDP Distribuição, 2018)

Como se pode observar no diagrama de cargas representado na figura 6.25, existem diversos picos de potência a ultrapassar os 5 MW. Por lei, salvo exceções, o limite de potência nominal a instalar, não pode ser superior a 1 MW, sendo por essa razão a potência a propor para esta instalação.

No gráfico da figura 6.26 está representada a necessidade de energia elétrica por mês, para a unidade fabril. Estes dados foram obtidos através da análise das faturas de consumo fornecida pelo proprietário. Neste caso, foi possível verificar que a instalação tem assim um consumo bastante regular ao longo do dia. Esta situação torna ainda mais benéfica a solução de instalar o sistema fotovoltaico.

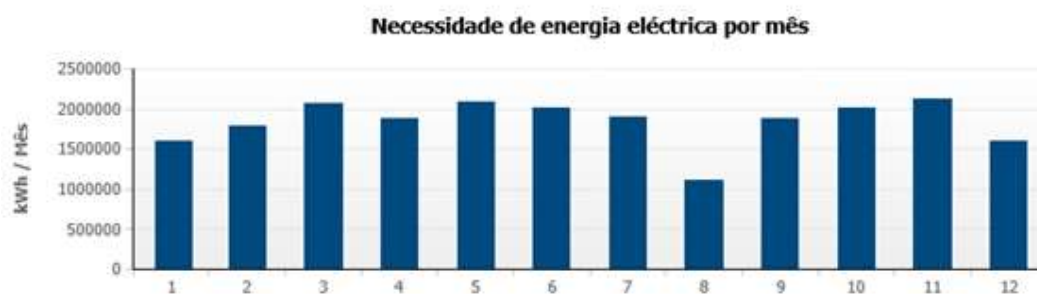


Figura 6.26 – Diagrama de cargas mensal (EDP Distribuição, 2018)

Com o objetivo de identificar a melhor solução, foram realizadas 4 simulações. Dentro destas simulações, alterou-se a orientação e inclinação dos módulos fotovoltaicos, sendo estudadas as opções de colocação dos módulos policristalinos a Nascente, Nascente-poente, com correção de ângulo voltados a Sul e com módulos monocristalinos a Nascente - Poente.

Nas simulações efetuadas, foram considerados os módulos policristalinos Jinko JKM 270P-60, e para a simulação com módulos monocristalinos foram utilizados os painéis Canadian CS6K-300MS. Foi também considerado para todas as simulações a utilização de 18 inversores de 50 kW da SMA Sunny Tripower CORE1.

Na primeira simulação, estudou-se a solução em que a disposição de todos os módulos é a nascente. Foram considerados dois grupos de painéis, cada um com 204 módulos fotovoltaicos ligados a um inversor com uma potência instalada de 50 kWn.

A disposição dos módulos fotovoltaicos foi realizada tendo em conta a facilidade das operações de manutenção, reparações e identificação de possíveis problemas (figura 6.27).



Figura 6.27 – Representação gráfica dos módulos voltados a Nascente

A escolha de colocar os módulos voltados para nascente como representado na figura 6.27, está relacionado com o facto de haver um elevado consumo de energia pelo início da manhã.

No total foram utilizados 3672 módulos fotovoltaicos (991,424 kWp), e uma potência de ligação de 900 kWn. Estes valores foram calculados de forma a não se ultrapassar 1 MW de potência instalada. A área ocupada com a implementação do sistema fotovoltaico é de 6010 m².

A informação principal a retirar do relatório da simulação (figura 6.28), é a energia produzida pelo sistema fotovoltaico ser de aproximadamente 1,191 GWh/ano, sendo que 1,140 GWh/ano são autoconsumidos. A energia excedente injetada na rede representa 51,212 MWh/ano. A taxa de autoconsumo é de 95,7 %, significando que apenas 4,3 % da energia produzida pelo sistema fotovoltaico não é autoconsumida.

O rendimento	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	1.190.967 kWh
Autoconsumo	1.139.755 kWh
Injeção na rede	51.212 kWh
Rendimento anual específico	1.201,25 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	83,7 %
Autoconsumo	95,7 %
Perdas por sombreamento	3,9 %/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	714.580 kg/ano

Figura 6.28 – Resultados de simulação dos módulos voltados a Nascente

Para a solução nascente - poente manteve-se o número de painéis fotovoltaicos e a mesma quantidade de inversores, alterando-se apenas a disposição dos mesmos como se pode observa na figura 6.29.



Figura 6.29 – Representação gráfica dos módulos voltados a Nascente-Poente

De forma análoga à configuração da opção nascente, após simulação no software PVSol Premium, obtiveram-se os dados apresentados na figura 6.30.

O rendimento	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	1.293.524 kWh
Autoconsumo	1.231.493 kWh
Injeção na rede	62.032 kWh
Rendimento anual específico	1.304,69 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	83,8 %
Autoconsumo	95,2 %
Perdas por sombreamento	3,5 %/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	776.115 kg/ano

Figura 6.30 – Resultados de simulação dos módulos voltados a Nascente- Poente (PV*Sol, 2018)

Dos resultados obtidos é possível verificar que a opção nascente-poente representada na figura 6.31 apresenta um melhor desempenho do sistema face à opção nascente. Verifica-se um aumento de energia produzida pelo sistema fotovoltaico e consequente aumento do rendimento anual específico, existindo também uma maior quantidade de energia autoconsumida.



Figura 6.31 – Estrutura Nascente- Poente (SunEnergy,2018)

O sistema foi implementado com recurso a uma estrutura de suporte em triângulos da marca K2 System, voltados a sul, com uma inclinação de 30° . Mantiveram-se a mesma quantidade e modelo do painel fotovoltaico e o mesmo número de inversores, diferindo apenas a orientação e inclinação dos módulos.

Como se pode observar na figura 6.32, todos os módulos estão voltados para sul, sendo agrupados 408 painéis fotovoltaicos por água de telhado, perfazendo um total de 110,106 kWp. Os painéis vão ser conectados a dois inversores, obtendo por água de telhado 100 kWn.



Figura 6.32 – Representação gráfica dos módulos voltados a Sul

Como se pode observar através dos resultados da simulação representados na figura 6.33, conclui-se que esta configuração de orientação dos módulos fotovoltaicos é a que melhor desempenho apresenta, sendo também a solução menos económica.

O rendimento	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	1.444.877 kWh
Autoconsumo	1.344.794 kWh
Injeção na rede	100.082 kWh
Rendimento anual específico	1.457,35 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	80,2 %
Autoconsumo	93,1 %
Perdas por sombreamento	7,1 %/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	866.926 kg/ano

Figura 6.33 – Resultados de simulação dos módulos voltados a Sul

Na última simulação, foram utilizados módulos monocristalinos da marca Canadian Solar do modelo CS6K-300MS com uma potência de 300 Wp, sendo escolhida a orientação nascente-poente. Neste caso, como a potência dos módulos é superior à potência dos módulos das simulações anteriormente referidas, e na perspetiva de manter uma potência de pico semelhante, reduziu-se a quantidade dos módulos fotovoltaicos. Neste caso, foram considerados 3333 painéis fotovoltaicos, representando uma potência de pico de 999,9 kWp.

Como se pode observar na figura 6.34, o próprio software representa os módulos monocristalinos com uma cor mais escura do que os policristalinos, tal como acontece na realidade. Os resultados da simulação são representados na figura 6.35.



Figura 6.34 – Representação gráfica dos módulos monocristalinos

Verifica-se que neste caso, a produção de energia proveniente do sistema fotovoltaico, é inferior à da configuração com uma estrutura de suporte em triângulo, com correção de ângulo para sul, mas superior às restantes configurações. No gráfico da figura 6.36, são apresentados os resultados obtidos para as diferentes simulações.

O rendimento	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	1.304.415 kWh
Autoconsumo	1.241.752 kWh
Injeção na rede	62.664 kWh
Rendimento anual específico	1.304,55 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	83,6 %
Autoconsumo	95,2 %
Perdas por sombreamento	0,0 %/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	782.649 kg/ano

Figura 6.35 – Resultados de simulação com módulos monocristalinos

Nesse caso, apesar da simulação com correção de ângulo com recurso a estrutura de suporte em triângulo ser a que apresenta melhor desempenho do sistema fotovoltaico, por escolha do cliente, optou-se pela solução com módulos monocristalinos, uma vez que é a solução que apresenta um menor investimento e também, um menor número de painéis para a mesma potência a instalar.

Na figura 6.36, pode observar-se a comparação entre as diversas simulações efetuadas, tendo como comparação a energia produzida.

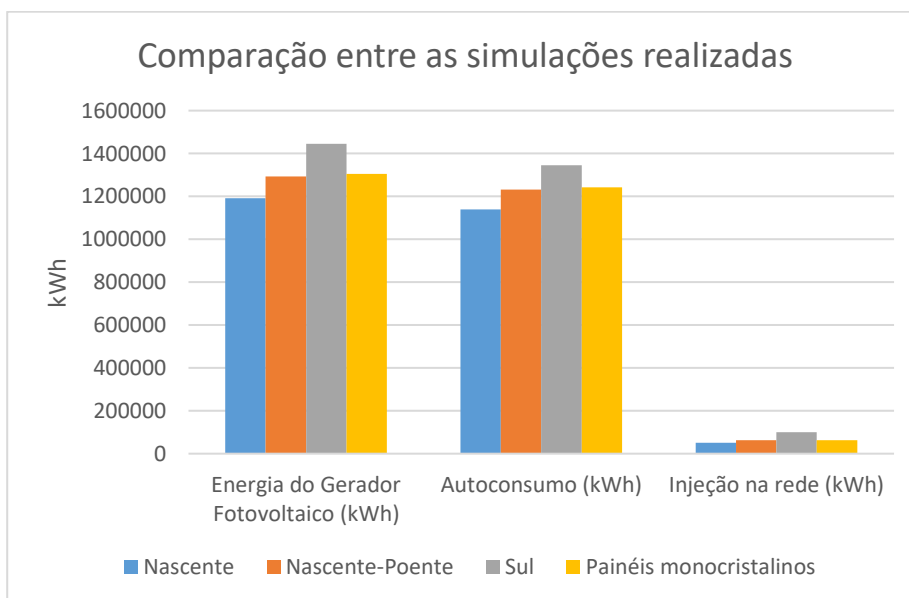


Figura 6.36 – Comparação entre as simulações realizadas

Para os 3333 módulos fotovoltaicos representados na figura 6.37, foram configuradas as *strings* pelos inversores com o objetivo de obter a solução mais equilibrada do ponto de vista da distribuição.



Figura 6.37 – Instalação dos módulos monocristalinos (SunEnergy, 2018)

Na figura 6.38 pode observar-se a configuração adotada para 2 dos 18 inversores utilizados. Os inversores têm uma potência nominal de 50 kW e são da marca SMA Sunny Tripower CORE1.

9. Área do módulo

Inversor 1*

Fabricante

Configuração

Inversor 2*

Fabricante

Configuração

Edifício 05-Água Nordeste

1 x Sunny Tripower CORE1

SMA Solar Technology AG

PMP 1:

2 x 20

PMP 2:

2 x 20

PMP 3:

2 x 20

PMP 4:

1 x 21

PMP 5:

1 x 21

PMP 6:

1 x 21

1 x Sunny Tripower CORE1

SMA Solar Technology AG

PMP 1:

2 x 20

PMP 2:

1 x 21

PMP 3:

1 x 21

PMP 4:

1 x 21

PMP 5:

1 x 21

PMP 6:

1 x 20

*Figura 6.38 – Configuração dos inversores (PV*Sol, 2018)*

Verifica-se que cada inversor utilizado tem 6 entradas de MPPT independentes, e 2 *strings* por entrada de MPP. Cada MPPT pode conectar até 23 módulos fotovoltaicos, totalizando por cada inversor da SMA Sunny Tripower CORE 1 um valor máximo 276 módulos fotovoltaicos conectados.

Outro aspeto a ter em consideração, diz respeito às tarifas para os diferentes períodos horários. Para a identificação destas tarifas recorre-se a uma fatura de energia recente do cliente.

Na tabela 6.5, podem observar-se os valores calculados para uma instalação ligada à Alta Tensão. Neste caso, somam-se os termos de energia ativa com os termos de rede nos diversos períodos horários, com exceção do período de horas de ponta, para qual é necessário calcular o termo de horas de ponta. Para isso, divide-se o valor monetário da potência de horas de ponta, pela quantidade de energia ativa do período de pontas e adiciona-se ao termo do valor de horas de ponta. Para este caso, obtém-se o valor de 0,1299 €/ kWh para o inverno e 0,1567 €/ kWh para o verão.

Tabela 6.5 – Tarifário de inverno e verão (SunEnergy, 2018)

Tarifário Inverno 2018				
Ciclo Semanal	Supervazio	Vazio	Cheias	Ponta
Energia ativa	0,0641360 €	0,0689320 €	0,0851710 €	0,0958470 €
Termo rede Potência Contratada	0,022400 €			
Termo Potência horas ponta	0,034030 €			
Tarifário Verão 2018				
Ciclo Semanal	Supervazio	Vazio	Cheias	Ponta
Energia ativa	0,0641360 €	0,0689320 €	0,0851710 €	0,0958470 €
Termo rede Potência Contratada	0,022400 €			
Termo Potência horas ponta	0,060900 €			

Na figura 6.39 são apresentadas as tarifas consideradas para o verão e para o inverno. Os quatro primeiros valores de tarifas são referentes ao período de inverno, sendo os restantes quatro valores de tarifas referentes ao período de verão.

A remuneração recebida pela energia excedente e injetada na rede para o ano de 2018 foi de aproximadamente 0,047€/kWh.

Remuneração e Economia	
Remuneração total no primeiro ano	0,00 €/Ano
Economia no primeiro ano	122.742,57 €/Ano
Tarifas de energia	
Tarifa da energia Super vazio	0,06 €/kWh
Tarifa da energia Vazio Normal	0,07 €/kWh
Tarifa da energia Cheias	0,09 €/kWh
Tarifa da energia Pontas	0,13 €/kWh
Tarifa da energia Super vazio	0,06 €/kWh
Tarifa da energia Vazio Normal	0,07 €/kWh
Tarifa da energia Cheias	0,09 €/kWh
Tarifa da energia Pontas	0,16 €/kWh
Remuneração por excedente	0,05 €/kWh
Inflação da tarifa de energia	3 %/Ano

Figura 6.39 – Tarifas de energia (Endesa, 2018)

Na tabela 6.6 são apresentados os valores da energia produzida e autoconsumida. Também estão apresentados os valores correspondentes à economia obtida devido ao autoconsumo durante um ano.

Tabela 6.6 – Energia produzida autoconsumida e economia gerada pelo sistema fotovoltaico (SunEnergy, 2018)

Ano 1	Energia Produzida Auto Consumida [kWh]		Economia €
JAN	Ponta	8824,2	1146,06
	Cheia	29764,4	2535,06
	Vazio	10862,5	748,77
	Super Vazio	-11	-0,71
FEV	Ponta	12799,2	1662,32
	Cheia	37457,1	3190,26
	Vazio	14200,8	978,89
	Super Vazio	-10	-0,64
MAR	Ponta	20920,5	2717,09
	Cheia	54114,4	4608,98
	Vazio	23534,5	1622,28
	Super Vazio	-11	-0,71
ABR	Ponta	24759,81	3881,03
	Cheia	77023,4	6560,16
	Vazio	25891,6	1784,76
	Super Vazio	-10,7	-0,69
MAI	Ponta	29321,97	4596,13
	Cheia	88484,7	7536,33
	Vazio	42549,8	2933,04
	Super Vazio	-11	-0,71
JUN	Ponta	32455,31	5087,27
	Cheia	100589,3	8567,29
	Vazio	34978,6	2411,14
	Super Vazio	-10,7	-0,69
JUL	Ponta	36162,44	5668,35
	Cheia	110739,7	9431,81
	Vazio	35919,6	2476,01
	Super Vazio	-11	-0,71
AGO	Ponta	28507,96	4468,54
	Cheia	88349	7524,77
	Vazio	36489,3	2515,28
	Super Vazio	-11	-0,71
SET	Ponta	27192,35	4262,32
	Cheia	74367,7	6333,97
	Vazio	20641,5	1422,86
	Super Vazio	-10,7	-0,69
OUT	Ponta	16597,8	2155,67
	Cheia	44075,4	3753,95
	Vazio	17574,7	1211,46
	Super Vazio	-11	-0,71
NOV	Ponta	11881,3	1543,11
	Cheia	30596,4	2605,93
	Vazio	14274,1	983,94
	Super Vazio	-10,7	-0,69
DEZ	Ponta	8080,7	1049,5
	Cheia	25440,8	2166,82
	Vazio	8729,8	601,76
	Super Vazio	-11	-0,71
Total		1304022,8	122734,6

Como se pode observar pelos dados apresentados na tabela 6.6 foi produzido pelo sistema fotovoltaico e autoconsumida no primeiro ano 1304022,8 kWh, permitindo um ganho de 122734,60 €. Este valor significa a economia gerada no primeiro ano, ou seja, neste caso, como não existe venda de energia à rede nacional, é o valor poupado em energia para este ano. Este valor é estimado com base nas tarifas calculadas e apresentadas na tabela 6.5.

Na tabela 6.7 está representado a indicação do investimento para a aquisição da unidade de produção para o caso de estudo 3. De realçar que o valor mais importante não é o preço final, mas sim o preço Wp instalado. Este valor é importante porque permite comparar diferentes soluções e verificar qual a mais económica.

A tarifa de compra de eletricidade é calculada pelo quociente da economia de primeiro ano com a energia autoconsumida desse mesmo ano.

Tabela 6.7 – Dados económicos do caso de estudo 3 (SunEnergy, 2018)

DADOS ECONÓMICOS	
PREÇO FINAL (s/ IVA)	610 000,00 €
PREÇO wp INSTALADO (s/ IVA)	0,61 €
TARIFA DE COMPRA ELETRICIDADE	0,091 €/kWh
POUPANÇA PREVISTA 1 ANO	112 432,81 €
POUPANÇA PREVISTA 15 ANOS	2 084 824,39 €
POUPANÇA PREVISTA 25 ANOS	3 964 682,95 €
VENDA PREVISTA 1 ANO	3 130,95 €
VENDA PREVISTA 15 ANOS	58 056,67 €
VENDA PREVISTA 25 ANOS	110 405,61 €

Como se pode verificar pela observação da figura 6.40, o tempo de retorno de investimento é de cerca de 4 anos. Ao fim de 21 anos a empresa vai obter uma receita a rondar os 2500000 €.

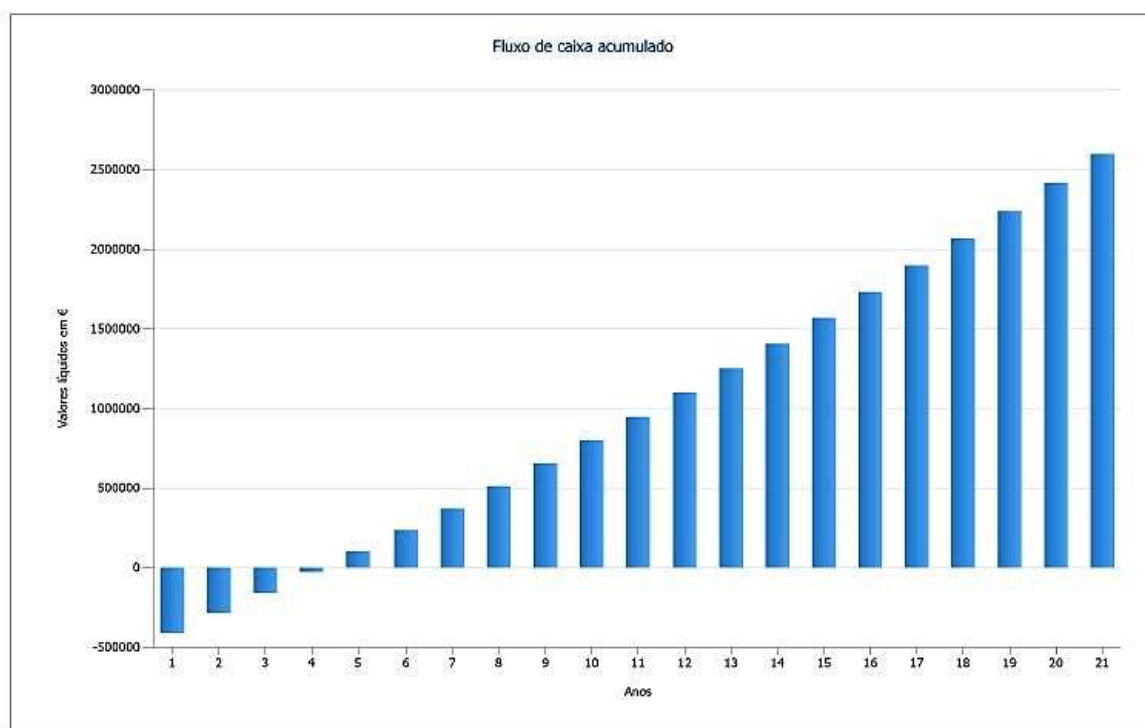


Figura 6.40 – Fluxo de caixa acumulado

6.3.4. Caso de estudo 4: Instalação de um sistema de autoconsumo para Concurso Público

Para além dos projetos em que a SunEnergy está envolvida a nível particular e empresarial, cada vez mais ganha notoriedade em instituições públicas como: escolas, lares, hospitais, câmaras municipais, entre outros edifícios públicos.

Estes projetos denominam-se por concursos públicos com financiamento, em que uma entidade se candidata a reduzir os níveis de CO₂, e tornar-se mais autossustentável energeticamente. Uma das condições caso seja aprovado o investimento, é que não poderá existir venda de excedente à rede de energia nacional. No caso de estudo apresentado na figura 6.41, pode observar-se a implementação em 3D do local onde serão instalados os módulos fotovoltaicos. Através de um caderno de encargos, reúne-se as condições e os pressupostos para a implantação do sistema fotovoltaico.

De realçar que a SunEnergy, não instala apenas sistemas fotovoltaicos, também apresenta soluções para sistemas de climatização, e sistemas de melhoria de eficiência.



Figura 6.41 – Implementação 3D de um sistema fotovoltaico para concurso público

O sistema de autoconsumo fotovoltaico proposto e representado na figura 6.41, consiste num conjunto de 936 módulos policristalinos da marca Canadian Solar de 290 Wp cada. Destes, 90 serão colocados na cobertura existente, assentes através de uma estrutura Sun Ballast, os restantes 846 serão colocados no terreno anexo através de uma estrutura em bancada dupla K2 System. Para este caso, havia um conjunto de condições associadas ao concurso e que incluíam por exemplo, a proibição de haver qualquer perfuração na cobertura existente, o que obriga a que a colocação e manutenção do sistema fotovoltaico esteja associado apenas ao peso da própria estrutura e dos próprios painéis.

A estrutura de suporte para os 90 módulos fotovoltaicos a instalar na superfície asfáltica são da marca Sun Ballast e têm uma inclinação de 25°, possuindo um peso total de 8493 kg.

A estrutura de suporte para os 846 módulo fotovoltaicos a instalar no terreno anexo é em bancada dupla K2 System, com uma inclinação de 25°, distribuídos numa área com cerca de 1405,7 m².

Os inversores considerados no projeto foram 8, da marca HUAWEI, gama SUN2000 modelo 33kTL com 30 kWn de potência nominal. Através de um sistema de monitorização da HUAWEI SmartLogger 1000-10 (figura 6.42) com possibilidade de acesso através da internet, será monitorizado todo o consumo e produção, do sistema fotovoltaico. O sistema de monitorização é dotado de um sistema de alertas, que avisará os técnicos e o dono de obra, se houver ocorrências no sistema, pelo envio de correio eletrónico ou por SMS.



Figura 6.42 – Huawei SmartLogger (Huawei, 2018)

Como se pode verificar na figura 6.43 o sistema tem uma potência instalada de 271,44 kWp, e uma potência de ligação de 240 kWn. Apresenta uma taxa de autoconsumo de 100%. Isto deve-se ao facto do consumo ser coincidente com as horas de produção fotovoltaica. Neste caso devido à limitação de área útil para colocação dos módulos fotovoltaicos, não é possível a instalação de um maior número de módulos para acompanhar o consumo da instalação ao longo do dia.

O rendimento

Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	402.816 kWh
Autoconsumo direto	402.817 kWh
Injeção na rede	0 kWh
Limitação no ponto de injeção	0 kWh
Autoconsumo	100,0 %
Fração solar	17,8 %
Rendimento anual específico	1.484,00 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	77,1 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	7,2 %/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	241.690 kg/ano

Figura 6.43 – Resultados da simulação

No gráfico da figura 6.44, é possível verificar que o tempo de retorno do investimento é de aproximadamente cinco anos. Este valor é determinado tendo em conta o investimento total a realizar e a receita obtida com a substituição da energia que teria que ser comprada à entidade fornecedora.

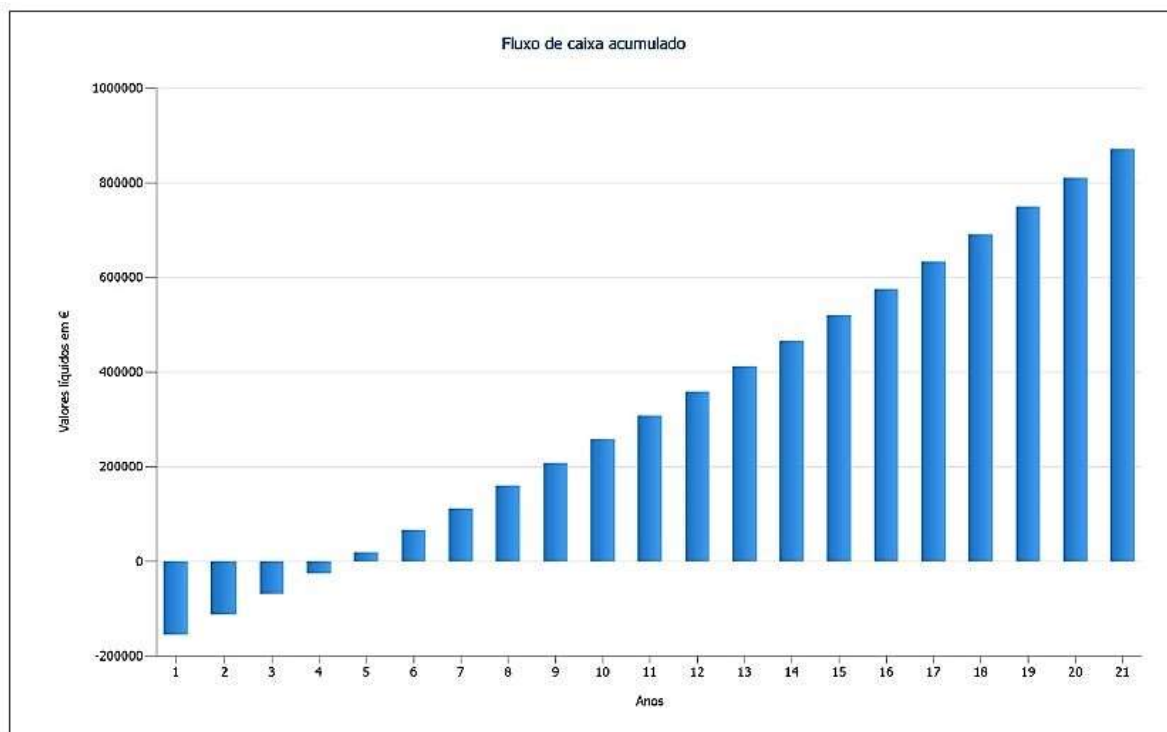


Figura 6.44 – Fluxo de caixa acumulado

6.4. Manutenção e reparação

A SunEnergy é uma empresa instaladora de sistemas renováveis que realiza a reparação e manutenção de sistemas fotovoltaicos e sistemas solares térmicos, sendo este último, alvo de maior foco por parte de manutenções preventivas. Nos sistemas fotovoltaicos a empresa assume a manutenção aos equipamentos por si instalados.

Quer devido a fenómenos naturais ou avaria técnica por parte dos equipamentos, principalmente devido à complexa eletrónica do inversor, por vezes é necessário a substituição da placa de circuitos do mesmo. As intervenções nos módulos fotovoltaicos normalmente resultam de ocorrência de desastres naturais como tempestades em que os painéis se soltam da estrutura ficando danificados. A figura 6.45 apresenta um exemplo de um painel danificado.



Figura 6.45 – Painel fotovoltaico danificado

Ao serem substituídos os módulos fotovoltaicos e/ou os inversores, tem-se em atenção as características técnicas do mesmo, bem como a sua tecnologia. No caso dos inversores substitui-se o danificado por um equipamento semelhante ou de tecnologia superior, garantindo sempre o bom funcionamento do sistema.

Relativamente aos módulos fotovoltaicos, tem-se em atenção a potência de pico do módulo a substituir, a tecnologia do mesmo, bem como as dimensões deste, substituindo-se sempre por um módulo semelhante ou de potência superior e que não cause impacto visual no meio envolvente se pode observar na figura 6.46.



Figura 6.46 – Reparação painel fotovoltaico avariado

6.5. Manual de utilizador

No final da execução de todos os trabalhos associados à instalação do sistema fotovoltaico, é atribuído ao cliente um manual de utilizador. Neste manual está resumida a informação acerca da instalação, bem como todos os pressupostos relacionados com a segurança dos utilizadores e da rede elétrica. Neste manual é resumido toda descrição do sistema, tal como o número, a marca e o modelo dos módulos fotovoltaicos utilizados, a sua potência e as suas especificações técnicas. São apresentadas as quantidades e as características dos inversores, especificando a potência nominal de cada um, explicando o seu funcionamento. É identificado o número de *strings* ligados a cada inversor e as respetivas proteções necessárias para o bom funcionamento do sistema com segurança.

Para o exemplo apresentado no esquema da figura 6.47, em três dos cinco inversores FRONIUS ECO 27.0-3-S, foram ligadas 4 *strings* de 22 módulos, nos restantes inversores foram ligadas 5 *strings* de 23. O somatório das potências individuais destes módulos perfaz uma potência de 145,730 kWp.

Na figura 6.47 está representado o esquema unifilar da instalação implementada pela SunEnergy.

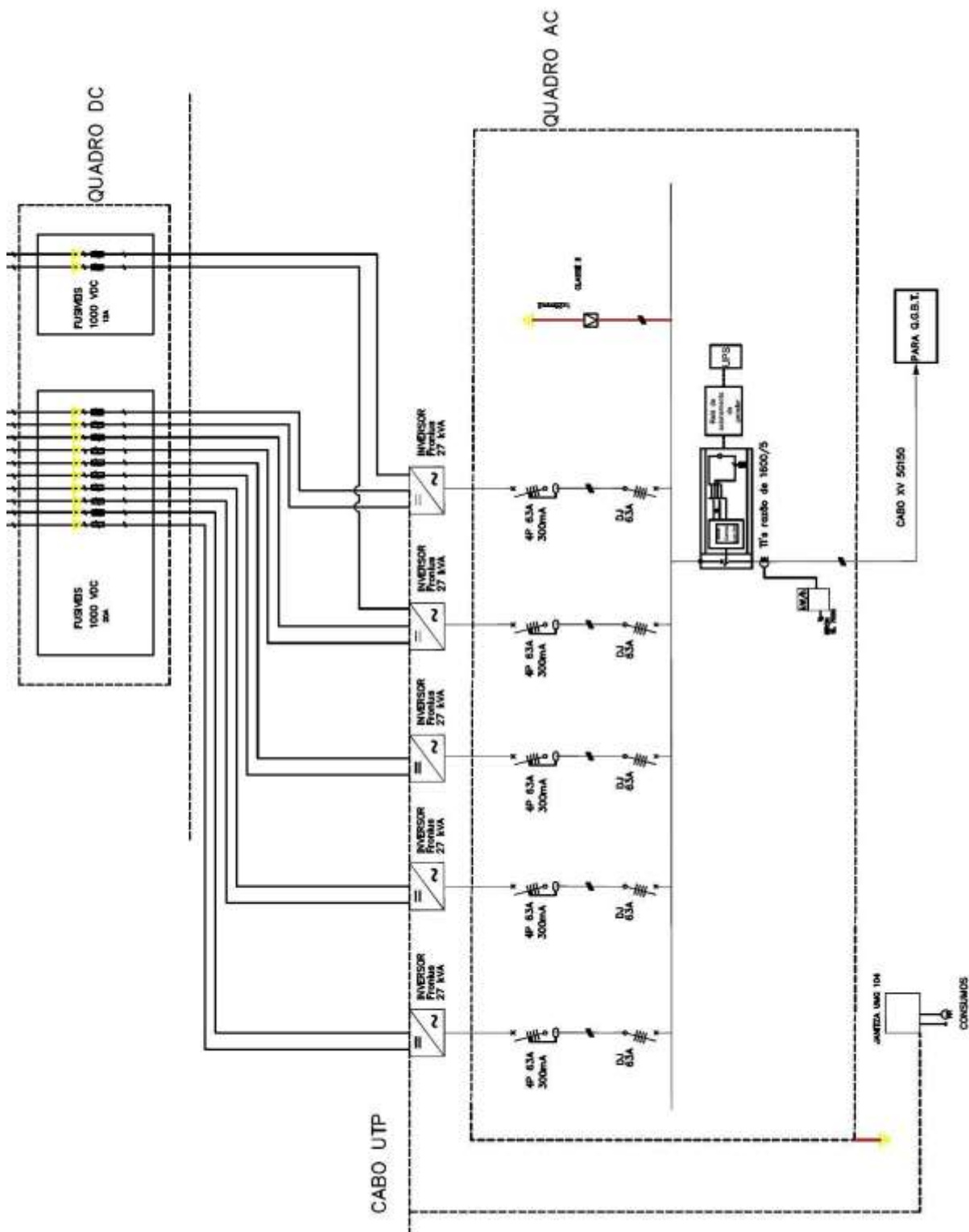


Figura 6.47 – Esquema unifilar de uma instalação fotovoltaica (SunEnergy, 2018)

Neste caso foram utilizados 10 fusíveis de 20 A e 2 de 12 A. Isto deveu-se ao facto de terem sido instalados 494 painéis Canadian Solar de modelo KuPower CS3k-295. Este painel fotovoltaico tem uma corrente de funcionamento de 9,08 A e uma tensão de funcionamento de 32,5 V. Observando-se a figura 6.48, verifica-se que foram conectados 16 *strings* de 22 painéis em paralelo de dois, perfazendo um total de 8 *strings* de 22 painéis de 295 W, e 2 *strings* de 23 painéis de 295 W.

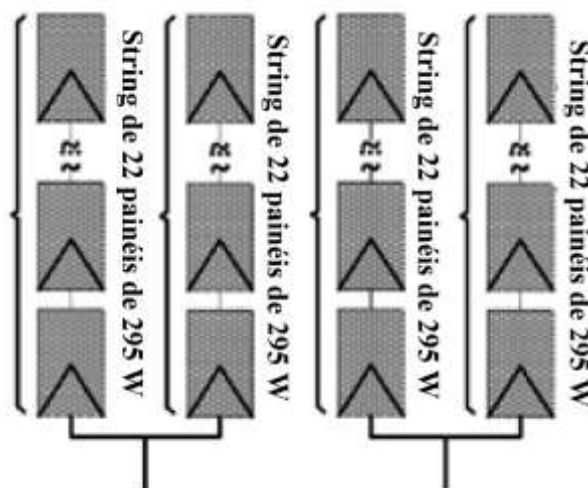


Figura 6.48 – Ligação de strings (SunEnergy, 2018)

Para os paralelos de *strings* de 22 ou 23 painéis, utilizaram-se fusíveis com uma tensão nominal de 1000 V_{DC} e uma corrente de 20 A. No caso das *strings* com 22 módulos, cada *string* em série individual tem uma tensão de aproximadamente $22 \times 32,5 \text{ V} = 715 \text{ V}_{\text{DC}}$, e uma corrente 9,08 A. Ao fazer o paralelo de duas *strings*, mantem-se a tensão e a corrente de 18,6 A. As duas *strings* de 23 painéis de 295 W, não foram agrupadas por estarem em telhados diferentes. Assim sendo, será necessário apenas um fusível para cada uma, como se demonstra no esquema representado na figura 6.49.

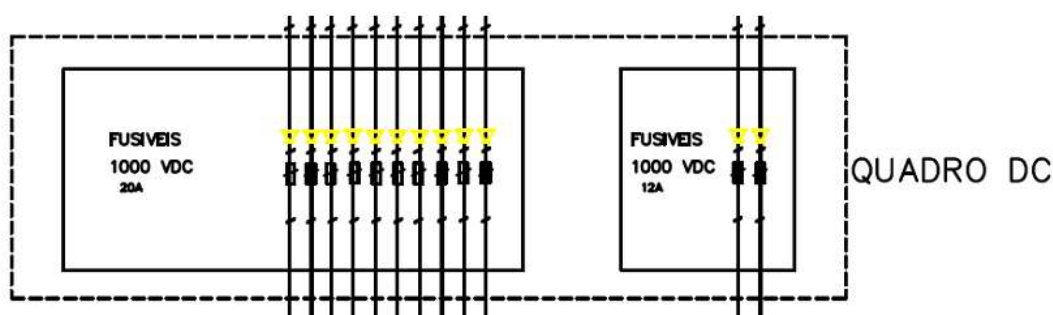


Figura 6.49 – Proteções quadro DC (SunEnergy, 2018)

O quadro AC à saída dos inversores é constituído por um interruptor diferencial de 63 A e uma sensibilidade de 300 mA. O interruptor diferencial protege as pessoas em caso de contacto direto com a instalação detetando correntes de fuga. O valor de 63 A foi selecionado devido à entrada de cada inversor somarem duas *strings* de 22 módulos fotovoltaicos de 18,6 A, totalizando um somatório de 37,2 A. Para os inversores ligados a duas *strings* de 22 painéis, mais uma *string* de 23 painéis, obtém-se uma corrente de 46,28 A, sendo assim, optou-se por um interruptor diferencial superior aos valores mencionados, escolhendo-se um de 63 A.

Na figura 6.50 é possível visualizar que foi também instalado um descarregador de sobretensão para proteger a instalação do cliente contra sobretensão e um disjuntor tetrapolar com uma corrente nominal de 250 A.

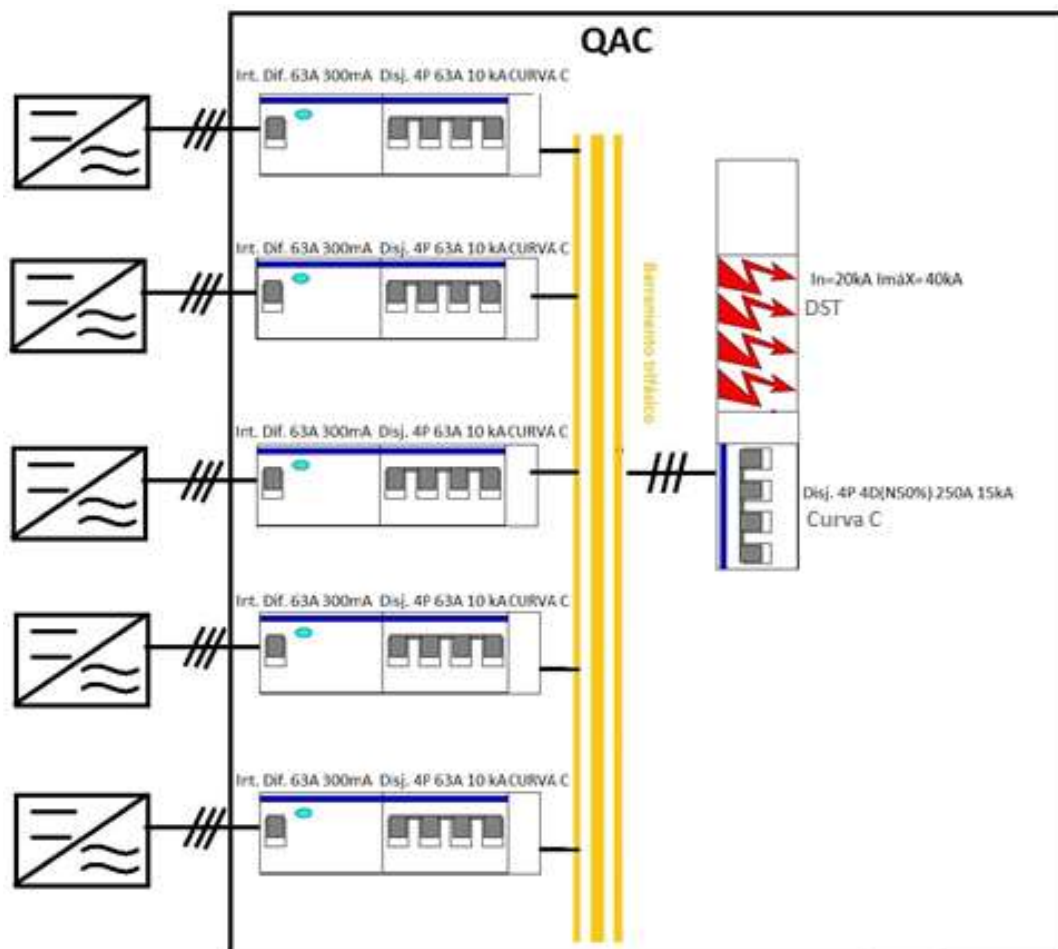


Figura 6.50 – Proteções quadro AC (SunEnergy, 2018)

À saída deste quadro AC, está ligada o QGBT da instalação. Foi também instalado um equipamento para evitar a injeção na rede, neste caso, o Fronius Smart Meter 50 kA, que vai ler os consumos da instalação através de um transformador de corrente (TI) ligado à entrada da instalação. Esta informação é enviada para o inversor master que efetua a gestão de todo o sistema (Figura 6.51).

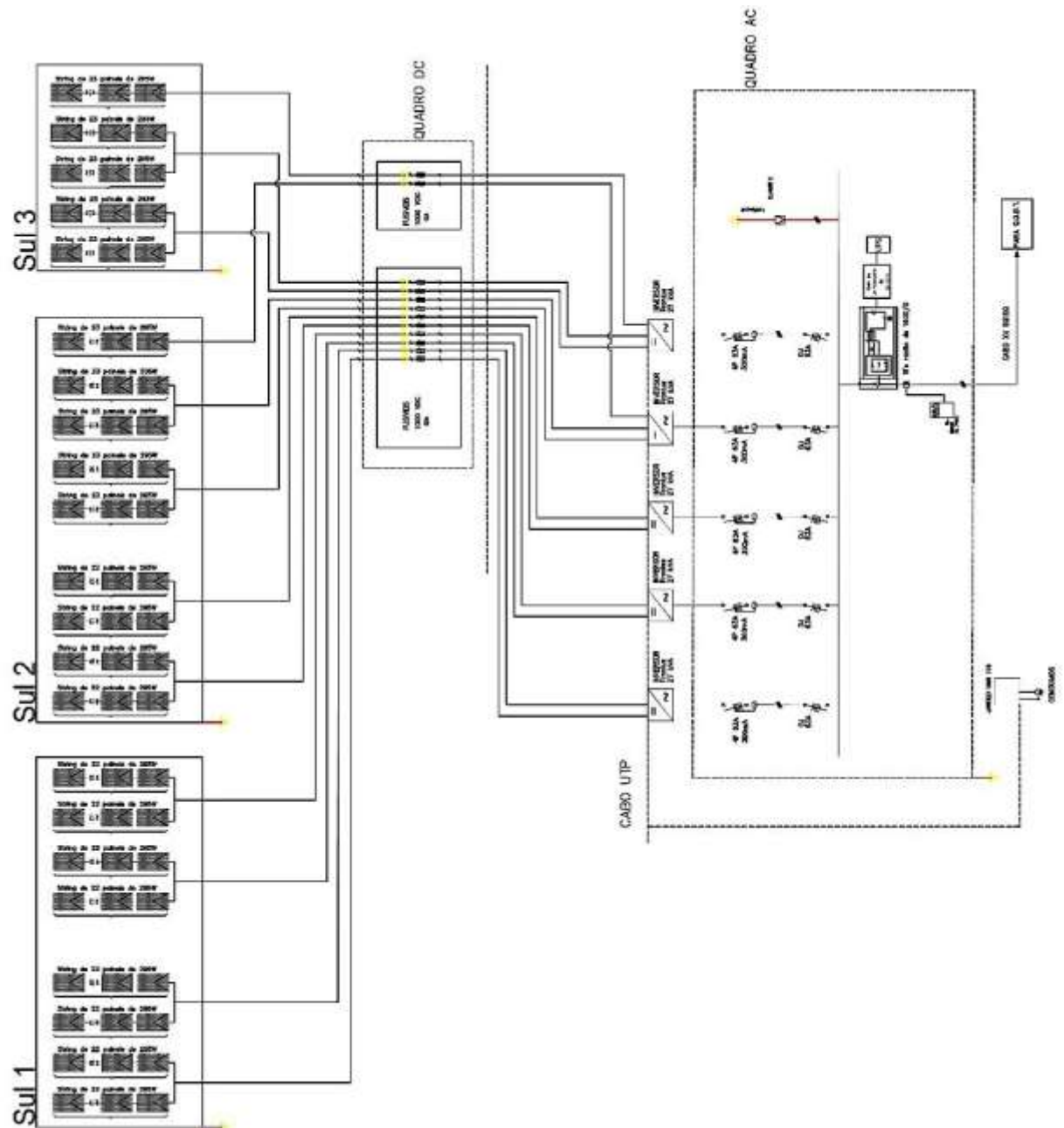


Figura 6.51 – Esquema da instalação elétrica de um sistema fotovoltaico (SunEnergy, 2018)

7. Conclusão

O estágio realizado na empresa SunEnergy foi uma mais valia tanto a nível académico como a nível pessoal. A nível académico permitiu assimilar alguns conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura e do Mestrado. Permitiu observar como se conciliam situações lecionadas teoricamente, com situações a aplicar em casos práticos. Foi também uma mais valia a nível pessoal, devido ao companheirismo criado com os restantes colegas da empresa. A nível profissional agradeço a oportunidade de estar dentro do mercado de trabalho, e observar o funcionamento de uma empresa e a logística que engloba toda a envolvente associada a uma instalação de um sistema fotovoltaico, desde o contacto com o cliente, ao levantamento da informação do local onde se vão instalar os painéis fotovoltaicos. Esta experiência, permitiu ter uma noção da economia portuguesa e do seu mercado devido às indústrias visitadas.

Apesar de neste relatório só estarem referidos quatro casos de estudo para projetos de sistemas fotovoltaicos, durante o estágio foi possível estudar várias situações e projetos tanto a nível residencial, como a nível industrial, sendo este o maior foco da SunEnergy. Nestes projetos foi possível apoiar as equipas técnicas desde o levantamento de dados, ao dimensionamento do sistemas e orçamentação.

Após análise dos vários tipos de instalação, quer seja para autoconsumo sem baterias, autoconsumo com baterias ou para uma unidade de pequena produção, foi possível aconselhar o cliente, com a melhor solução quer a ver do ponto de vista técnico e económico.

Foi também possível realizar algumas ações de reparação a instalações fotovoltaicas, quer tivessem sido instaladas pela SunEnergy, ou por terceiros. No período após a tempestade *Leslie*, a empresa foi muito solicitada devido aos inúmeros estragos provocados pela mesma.

Outra atividade em que fui integrado, inclui a realização de estudos de reabilitação com o objetivo de melhorar a eficiência energética dos edifícios.

Foi estudada a reabilitação de uma escola pública em que o principal objetivo para além da colocação de painéis fotovoltaicos para autoconsumo, foi a alteração do sistema de iluminação em que eram utilizadas lâmpadas convencionais por tecnologia mais eficiente como lâmpadas LED.

Para esta situação, foi necessário realizar o levantamento do equipamento obsoleto, o contacto com o fornecedor e posteriormente o acompanhamento dos trabalhos a realizar.

Em síntese os objetivos propostos para o decorrer do estágio foram alcançados, devido ao facto de uma imensa aprendizagem e consolidação de ideias que me foram inculcadas ao longo do meu percurso académico. Este estágio foi uma mais valia na minha vida académica, pessoal e profissional.

Referências Bibliográficas

Ambiente Energia. (2017). Montagem em estrutura coplanar. Obtido em 09 de 08 de 2018, de https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRsXUR-pHQ-Iq4M_J9g_o1xJfYeM_LLjePYRmbBaDmeAEov7hO4

Anderson J Balbino. Estudo e Desenvolvimento de Dispositivo de Processamento de Energia com Duplo Estágio de Conversão Aplicado a Sistemas Fotovoltaicos Isolados. (2017). Obtido em 16 de 01 de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/328343392_Trabalho_de_Conclusao_de_Curso_-_Estudo_e_Developolvimento_de_Dispositivo_de_Processamento_de_Energia_com_Duplo_Estagio_de_Conversao_Aplicado_a_Sistemas_Fotovoltaicos_Isolados

António M. Vallêra, Miguel Centeno Brito. Meio século de história fotovoltaica. (2006). Obtido em 07 de 05 de 2018 de <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>

APREN. (2018). Balanço da Produção de Eletricidade de Portugal Continental. Obtido em 08 de 04 de 2018, de <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>

Autocad. (2018). Logotipo de software Autocad. Obtido em 07 de 09 de 2018, de <https://www.e-distri.com/wp-content/uploads/2016/02/autocad-logo.jpg>

BBaterias. Baterias de íon de lítio (2012). Obtido em 02 de 08 de 2018, de <http://bbaterias.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Untitled-11.jpg>

Bloomberg New Energy Finance's. (2018). Classificação Bloomberg. Obtido em 17 de 11 de 2018, de <https://about.bnef.com/>

Brasil Escola. (2018). Linha do equador. Obtido em 13 de 07 de 2018, em <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/linha-equador.htm>

Canadian Solar. (2018). Pannel fotovoltaico Canadian CS6K-300MS. Obtido em 07 de 11 de 2018, de https://www.canadiansolar.com/downloads/datasheets/en/new/Canadian_Solar-Datasheet-SuperPower_CS6K-MS_en.pdf

Célula Solar. (2018). Efeito fotoelétrico. Obtido em 08 de 03 de 2018, de https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_fotoel%C3%A9trico

Centro ciência viva Tavira. (s.d.). Radiação Solar. Obtido em 15 de 05 de 2018 de <http://www.cvtavira.pt/home/index.php?id=60>

Diário da República Decreto-Lei n.º 153/2014, 2018. (2018). Taxa de registo de unidades de produção. Obtido em 15 de 06 de 2018, de https://dre.pt/home/-/dre/58406974/details/maximized?p_auth=IDAa6wA0

DGEG. (2018). Registo de unidades de produção. Obtido em 03 de 05 de 2018, de <http://www.dgeg.gov.pt/>

EDP Distribuição. (2018). Histórico de leituras de energia. Obtido em 02 de 09 de 2018 de <https://online.edpdistribuicao.pt/pt/Pages/Home.aspx>

Energia Solar em Portugal. (2018). Evolução de energia solar em Portugal. Obtido em 23 de 04 de 2018 de http://www.dgeg.gov.pt/Energia_solar. (2018).

ENFSolar. (s.d.). Inversor Beon. Obtido em 25 de 08 de 2018, de https://www.google.pt/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjhk5OvsLPeAhVIxIUkHYfqCpQQjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.ensolar.com%2Fdirectory%2Fcomponent%2F57611%2Fbeon-energy&psig=AOvVaw1FCy_vFN1MYRH9T9kv4R-s&ust=1541167892472585

ERSE. (2018). Evolução Tecnologia fotovoltaica em Portugal. Obtido em 09 de 12 de 2018, de <http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/prodregesp/2013/Paginas/2013.aspx>

Fcsolar. (s.d.). Esquema de ligação de um sistema fotovoltaico com ligação à rede elétrica. Obtido em 11 de 09 de 2018, de <http://www.fcsolar.eco.br/home-service/>

Forsetisoluções. (2018). Parafuso de fixação Allen. Obtido em 07 de 08 de 2018, de https://loja.forsetisolucoes.com.br/index.php?route=product/product&product_id=126

Solar Web. (2018). Sistema de monitorização Fronius Web Monitoring. Obtido em 09 de 09 de 2018, de <https://www.fronius.com/~protected-media/imported-media/08/76/m-87655.jpg>

General Cable (s.d.). Cabos para instalações de energia solar fotovoltaica. Obtido em 29 de 08 de 2018, de <https://www.generalcable.com/assets/documents/LATAM%20Documents/Brazil%20Site/Catalogo-ExZHellent-Solar.pdf?ext=.pdf>

Governo e Portugal. (2014). Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída. (2014). Obtido em 10 de 09 de 2018, de <https://mail.google.com/mail/u/0/?fbclid=IwAR1eAnzQ64TA03kkgJOAxQ9gjYWZmz7k4omMwwwQN-0ZnZT1XJCiKy9fdAA#inbox/FMfcgxwChJfMrfcgZMcdTzxrQblRGZlV?projector=1&messagePartId=0.1>

Huawei. (2018). Inversor Huawei Sun2000-60KTL. Obtido em 17 de 06 de 2018, de https://www.google.pt/search?q=huawei+60ktl&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj_r_oaKrKLeAhUGqxoKHUlxBekQ_AUIDigB&biw=1366&bih=626#imgrc=qF-gY4Z5cuv9rM:

Ibxxk. (2017). Processo carga e descarga das baterias de lítio. Obtido em 07 de 08 de 2018, de <https://img1.ibxxk.com.br/2017/07/11/11200807123567.jpg?w=700>

Infopasa. (2013). Ligação de baterias / serie/linha – paralelo. Obtido 07 de 08 de 2018, de <http://admin.infopasa.com.br/blog/?p=313>

Joaquim Carneiro, Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. (2009). Obtido em 19 de 08 de 2018, de <https://www.portal-energia.com/downloads/dimensionamento-sistemas-fotovoltaicos.pdf>

João Tavares Pinho, Marco Antonio Galdinho , Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaico. (2014). Obtido em 07 de 06 de 2018, de <https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>

K2 – System. (2018). Estruturas de fixação dos painéis fotovoltaicos. Obtido em 09 de 08 de 2018, de <https://k2-systems.com/pt/inicio>

Marisa Diniz, MD Networking. (2018). Obtido em 30 de 05 de 2018 de <https://marisadiniznetworking.blogspot.com/2018/01/portugal-de-ontem-e-de-%20hoje.html>

MLB. (2018). Inversor híbrido. Obtido em 13 de 08 de 2018, de https://http2.mlstatic.com/inversor-hibrido-1000-watts-off-grid-12vdc-120vac-D_NQ_NP_806234-MLB27252939064_042018-F.webp

Microgeração FV. (2016). Classificação TIER 1. Obtido em 06 de 07 de 2018, de <https://microgeracaofv.wordpress.com/2017/06/16/modulos-fotovoltaicos-o-que-e-a-classificacao-tier/>

Minha casa solar. (2018). Painele fotovoltaico monocristalino. Obtido em 10 de 05 de 2018, de <https://www.minhacasasolar.com.br/produto/painel-solar-300w-monocristalino-canadian-solar-cs6k-300ms-79273>

Mpptsolar. (s.d.). Controlador de carga MPPT. Obtido em 29 de 07 de 2018 de <https://www.mpptsolar.com/pt/controlador-de-carga-solar-qual-escolher.html>

OERN. (2018). Esquema de ligação UPP. Obtido em 25 de 07 de 2018, de http://www.oern.pt/documentos/2018/workshop_autoconsumo.pdf

Paulo Ribeiro Pinto, Dinheiro Vivo. (2018). Evolução preço da eletricidade. Obtido em 12 de 09 de 2018 de <https://www.dinheirovivo.pt/economia/portugal-e-espanha-querem-saber-porque-subiu-20-o-preco-da-eletricidade/>

Portal Energia. (2008). Maior central de energia solar em Portugal. Obtido em 30 de 04 de 2018 de <https://www.portal-energia.com/a-maior-central-solar-do-mundo-no-alentejo/>

Portal Energia. (2015). Dimensionamento do controlador de carga para um sistema solar. Obtido em 17 de 07 de 2018, de <https://www.portal-energia.com/controlador-carga-sistema-solar/?fbclid=IwAR21-Fe0bFFHKoLvbpNGeBpt3sNisIrmvfJ0wiSBY3SIYcqguUvtcDhjX0>

Portal Energia. (2017). Principais tipos de células fotovoltaicas. Obtido em 02 de 05 de 2018, de <https://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/>

Portal Solar. (2018.). Guia Rápido: Estrutura de Suporte para Fixação de Paineis Solar Fotovoltaico. Obtido em 10 de 08 de 2018, de https://www.portalsolar.com.br/guia-rapido-estrutura-de-suporte-para-fixacao-de-painel-solar-fotovoltaico.html?fbclid=IwAR1-k_K1Dx9EjT6OOLCOrOo2xwwP9fc3YJpWuJMcIA23NXM0mu6zlcY6Klo

PVGIS. (2018). 0° de inclinação. Obtido em 10 de 08 de 2018, de <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

PVGIS. (2018). 30° de inclinação. Obtido em 10 de 08 de 2018, de <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

PVSOL. (2018). Logotipo software PVSol Premium. Obtido em 09 de 09 de 2018, de <https://www.solar-design.co.uk/pvsol-premium.php>

REN. (2018). Balanço energético 1º Semestre 2018. Obtido em 28 de 10 de 2018, de https://www.ren.pt/pt_PT/media/comunicados/detalhe/consumo_de_energia_eletrica_avanca_37__no_primeiro_semestre_2/

Ricardo Ferreira. Curvas de Funcionamento. (2008). Obtido em 21 de 06 de 2018, de https://paginas.fe.up.pt/~ee03195/Carro_Solar/PaineisCurvasdeFuncionamento.html

Rui Rodrigues, Inversor Fonte de Corrente para Sistemas Solares Fotovoltaicos. (2014). Obtido em 09 de 05 de 2018, de https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/41910/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Rui%20Rodrigues_2014.pdf

sfe-solar. (2018). Comparação das várias tecnologias dos módulos fotovoltaicos. Obtido em 02 de 05 de 2018 de <https://www.sfe-solar.com/en/pv-panels/solarworld/solar-panel-solarworld-290w>

Sinergiae. (2018). UPAC. Obtido em 28 de 06 de 2018, de <http://www.sinergiae.com/upp/>

Sketchup. (2018). Logótipo do software Sketchup. Obtido em 05 de 09 de 2018, de <https://cad.cursosguru.com.br/wp-content/uploads/2012/08/Color-with-Word.jpg>

SMA Sunny TRIPOWER CORE 1. (s.d.). Inversor de rede SMA. Obtido em 25 de 05 de 2018, de https://www.google.pt/search?q=SMA+core+1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjtgPzaqqLeAhUICxoKHaLDD6YQ_AUIDigB&biw=1366&bih=626#imgrc=u9kqj5wKy8THmM:

Solar GIS. (2013). Mapa global da irradiação solar. Obtido em 27 de 05 de 2018, de <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:SolarGIS-Solar-map-World-map-en.png>

SolarGIS. (2011). Carta da radiação solar em Portugal Continental. Obtido em 31 de 03 de 2018, em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:SolarGIS-Solar-map-Portugal-en.png>

SunEnergy. (2018). Logótipo da empresa. Obtido em 17 de 02 de 2018 de <http://www.sunenergy.pt/>

SunEnergy. (2018). Manual de Franchising Sunenergy (2018)

SunEnergy. (2018). Manual de Utilizador Sunenergy (2018)

Anexos

Anexo A: Datasheet dos diversos equipamentos que foram alvo de estudo

Anexo A.1: Painéis fotovoltaicos

Anexo A.1 Painéis fotovoltaicos. Nesta secção de sub-anexo estão seleccionados os *datasheets* dos módulos que foram mencionados ao longo do trabalho. Estes foram estudados devido à sua tecnologia, performance e preço Wp.





KuPower

SUPER HIGH EFFICIENCY POLY^{GEN4} MODULE CS3K-285|290|295|300P

With Canadian Solar's industry leading poly-PERC cell technology and the innovative LIC (Low Internal Current) module technology, we are now able to offer our global customers high power poly modules up to 300 W.

The KuPower poly modules with a dimension of 1675 x 992 mm, close to our 60 cell modules, have the following unique features:

- **Higher** power classes for equivalent module sizes
- **High** module efficiency up to 18.05 %
- **LOW** hot spot temperature risk
- **LOW** temperature coefficient (Pmax): $-0.38\% / ^\circ\text{C}$
- **LOW** NMOT (Nominal Module Operating Temperature): $43 \pm 2\ ^\circ\text{C}$



More power output thanks to low NMOT: $43 \pm 2\ ^\circ\text{C}$



Low power loss in cell connection



Safer: lower hot spot temperature



Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

25
years

linear power output warranty

10
years

product warranty on materials and workmanship

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: 2005 & 2016 / VDE / CE / UL 1700: CSA



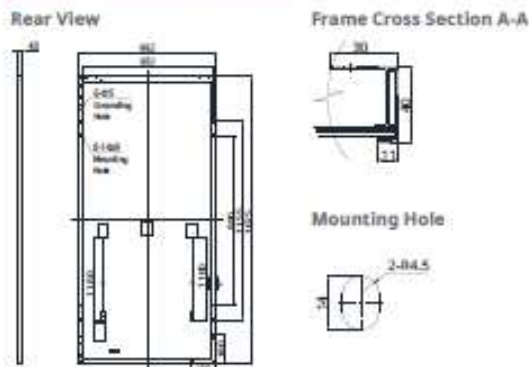


* For detailed information please refer to Installation Manual.

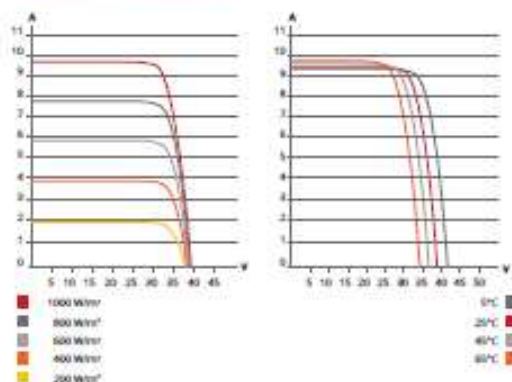
** Please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific product certificates applicable in your market.



ENGINEERING DRAWING (mm)



CS3K-290P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3K	285P	290P	295P	300P
Nominal Max. Power (Pmax)	285 W	290 W	295 W	300 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.1 V	32.3 V	32.5 V	32.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.92 A	8.98 A	9.08 A	9.18 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.7 V	38.9 V	39.1 V	39.3 V
Short Circuit Current (Isc)	9.42 A	9.49 A	9.57 A	9.65 A
Module Efficiency	17.15%	17.45%	17.75%	18.05%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1000 V (IEC / UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ +5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 156.75 x 78.38 mm
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	1675 x 992 x 40 mm (65.9 x 39.1 x 1.57 in)
Weight	18.5 kg (40.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² & 12 AWG, 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 (IEC / UL)
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	756 pieces

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3K	285P	290P	295P	300P
Nominal Max. Power (Pmax)	210 W	214 W	218 W	222 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	29.3 V	29.5 V	29.7 V	29.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.17 A	7.26 A	7.35 A	7.45 A
Open Circuit Voltage (Voc)	36.1 V	36.3 V	36.5 V	36.7 V
Short Circuit Current (Isc)	7.60 A	7.67 A	7.73 A	7.79 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.38 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	43±2 °C

PARTNER SECTION



The aforesaid datasheet only provides the general information on Canadian Solar products and, due to the on-going innovation and improvement, please always contact your local Canadian Solar sales representative for the updated information on specifications, key features and certification requirements of Canadian Solar products in your region.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR (USA) INC. August 2017 | All rights reserved | PV Module Product Datasheet V5.552_E1_NA
3000 Oak Road, Suite 400, Walnut Creek, CA 94597, USA | www.canadiansolar.com/na | sales.us@canadiansolar.com







SUPERPOWER CS6K-290 | 295 | 300MS

Canadian Solar's new SuperPower modules with Mono-PERC cells significantly improve efficiency and reliability. The innovative technology offers superior low irradiance performance in the morning, in the evening and on cloudy days, increasing the energy output of the module and the overall yield of the solar system.

KEY FEATURES

- 

11 % more power than conventional modules
- 

Excellent performance at low irradiance: 97.5 %
- High PTC

High PTC rating of up to 91.87 %
- 

Improved energy production due to low temperature coefficients
- 

IP67 junction box for long-term weather endurance
- 

Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

25 years

linear power output warranty

10 years

product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
 ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
 OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / CEC AU
 UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)
 UL 1703- CSA / IEC 61701 EQ2: VDE / IEC 62716: VDE / Take-e-way
 UNE 9177 Reaction to Fire: Class I







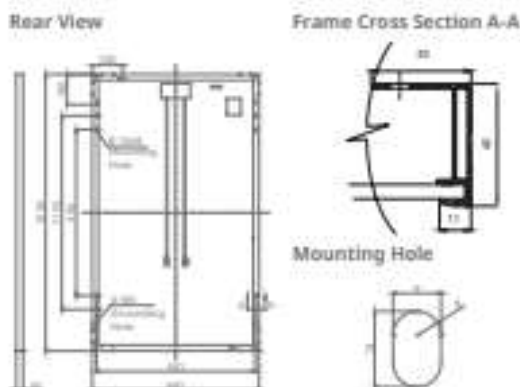


* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

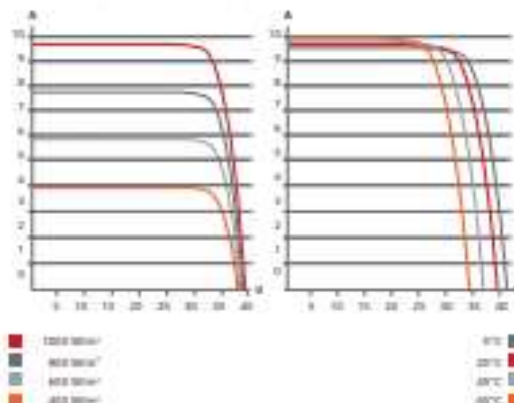
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 15 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

CANADIAN SOLAR INC.
 2430 Camino Ramon, Suite 240 San Ramon, CA, USA 94583-4385 | www.canadiansolar.com/na | sales.us@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6K-295MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6K	290MS	295MS	300MS
Nominal Max. Power (Pmax)	290 W	295 W	300 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.1 V	32.3 V	32.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.05 A	9.14 A	9.24 A
Open Circuit Voltage (Voc)	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.67 A	9.75 A	9.83 A
Module Efficiency	17.72 %	18.02 %	18.33 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6 × 10)
Dimensions	1650 × 992 × 40 mm (65.0 × 39.1 × 1.57 in)
Weight	18.2 kg (40.1 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in)
Connector	T4 (IEC/UL)
Per Pallet	26 pieces, 520 kg (1146.4 lbs)
Per container (40' HQ)	728 pieces

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6K	290MS	295MS	300MS
Nominal Max. Power (Pmax)	210 W	213 W	216 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	29.0 V	29.2 V	29.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.25 A	7.30 A	7.35 A
Open Circuit Voltage (Voc)	36.2 V	36.4 V	36.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.74 A	7.83 A	7.92 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 30°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.39 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.30 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45 ± 2 °C

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Excellent performance at low irradiance, average relative efficiency of 97.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

PARTNER SECTION





KEY FEATURES



4 Busbar Solar Cell:

4 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Efficiency:

High module conversion efficiency (up to 16.1%), through innovative manufacturing technology.



Low-light Performance:

Advanced glass and solar cell surface featuring allow for excellent performance in low-light environments.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand wind load (2400 Pascal) and snow load (2400 Pascal).

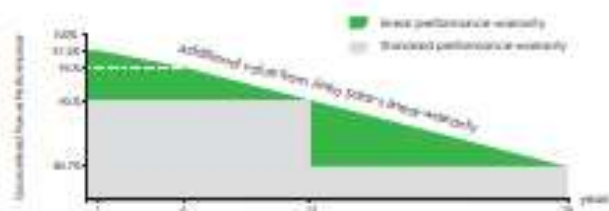


Durability against extreme environmental conditions:

High salt mist and corrosion resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty





SPECIFICATIONS

Module Type	310MGP		310MGP		310MGP		310MGP		310MGP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max})	345Wp	181Wp	250Wp	184Wp	250Wp	188Wp	263Wp	183Wp	263Wp	187Wp
Maximum Power Voltage (V _{mp})	31.1V	37.8V	30.5V	38.0V	30.6V	38.1V	31.1V	38.7V	31.4V	39.0V
Maximum Power Current (I _{mp})	8.14A	8.50A	8.20A	8.50A	8.20A	8.62A	8.27A	8.71A	8.44A	8.70A
Open-circuit Voltage (V _{oc})	37.8V	34.8V	37.7V	34.9V	38.0V	35.2V	38.1V	35.3V	38.8V	35.3V
Short-circuit Current (I _{sc})	8.76A	7.18A	8.85A	7.21A	8.92A	7.28A	8.98A	7.31A	9.03A	7.36A
Module Efficiency STC (%)	14.07%		15.27%		15.56%		15.89%		16.19%	
Operating Temperature(°C)						-40°C~+85°C				
Maximum system voltage						1000VDC (IEC)				
Maximum series fuse rating						15A				
Power tolerance						0~+5%				
Temperature coefficient of P _{max}						-0.41%/°C				
Temperature coefficient of V _{oc}						-0.21%/°C				
Temperature coefficient of I _{sc}						0.06%/°C				
Nominal operating cell temperature (NOCT)						45±2°C				

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

www.jinkosolar.com

Jinko Solar
Building Your Trust In Solar

JKM275PP-60(Plus)
260-275 Watt
POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0/+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001
certified factory.
IEC61215, IEC61730 certified products.



Plus
(4BB)



KEY FEATURES



Innovative solar cells

Four bus-bar cell technology provides a more robust and powerful module ideal for utility scale applications.



Extreme high efficiency module:

Through the internal nano-level reflection technology to improve the power output, Polycrystalline 60-cell module achieves a power output up to 275Wp.



Anti-PID Guarantee:

Through the unique high reliability encapsulating technology to make sure the module passes anti-PID characteristics under high temperature and humidity for a long time. Now passed anti-PID test 40°C/85%RH condition for 1000h.



Low-Light Performance:

Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



Durability against extreme environmental conditions:

High salt mist and ammonia resistance certified by TÜV NORD.

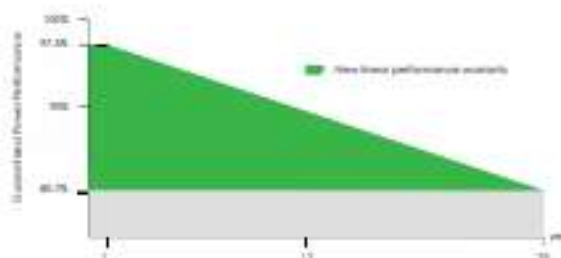


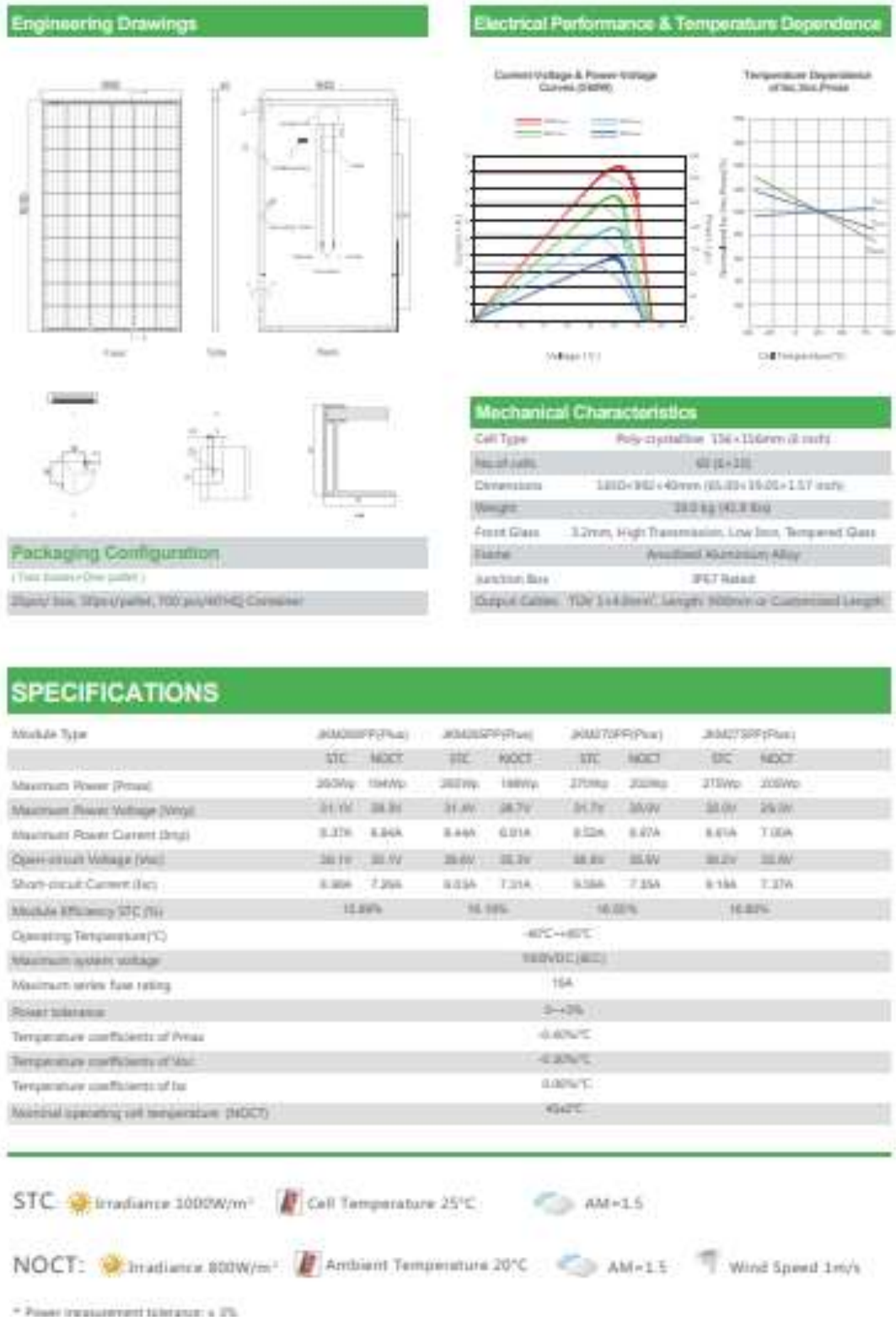
Temperature Coefficient:

Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty + 25 Year Linear Power Warranty





Anexo A.2: Inversores fotovoltaicos

No presente sub-anexo encontram-se presentes os datasheets dos inversores e microinversores utilizados no decorrer do estágio sendo escolhidos para as suas funções consoante os valores apresentados noa datasheets propostos.

beon



ABSOLUTE RELIABILITY

DOUBLE ECONOMY

BEON 2

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
MODEL	BEON 2
DC INPUT DATA	
Recommended Input Power (STC)	up to 2X300W
DC voltage Min/Max	18-50V
Recommended operation voltage	24-40V
Maximum input current	10A
AC OUTPUT DATA	
Rated output power	500W
Current at max power (@184V)	2.8A
Voltage range	184V~265V
Frequency range	46Hz~60.2Hz
Power factor	> 0.99%
Total Harmonic Distortion (THD)	< 3.5%
Maximum units per branch	8
EFFICIENCY	
Peak efficiency	95.6%
Average efficiency (EUR)	94.5%
Stand-by power consumption	<120mW
MECHANICAL DATA	
Weather proof rating	IP 68 - total system tested under water
Temperature operating range (ambient)	-40°C~+65°C (+85°C internal temperature)
DC connector	MC 4
AC Cabling (interconnection)	(Trunk cable - each microinverter connects to a bus cable)
Dimensions (WxHxD)	237mm*165mm*25mm
Weight (NET)	2.5 (2.7) Kg
OTHER INFORMATION	
Anti-island function	Included (active and passive)
Compatible PV panels	Mono/Polycrystalline Si 60/72 cells*
Units per box / net weight	5 / 13.7 Kg
Certification	CE - UL1741 - EN50438 - G83/1 VDE0126 - AR 4015 - AS 4777
Warranty	25 years

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
MODEL	BEON ECO
DC INPUT DATA	
Recommended Input Power (STC)	200-300W
DC voltage Min/Max	22-50V
Recommended operation voltage	24-40V
Maximum input current	15A
AC OUTPUT DATA	
Rated output power	250W
Current at max power (@230V)	1.15A
Voltage range	184V-265V (Adjustable)
Frequency range	46Hz-60.2Hz (Adjustable)
Power factor	> 0.99%
Total Harmonic Distortion (THD)	< 3.5%
Maximum units per branch	16
EFFICIENCY	
Peak efficiency	95.4%
Average efficiency (EUR)	94.1%
Stand-by power consumption	<110mW
MECHANICAL DATA	
Weather proof rating	IP 68 - tested under water
Temperature operating range (ambient)	-40°C ~ +65°C
DC connector	MC 4
AC Cabling (interconnection)	Trunk cable - each microinverter connects to a bus cable
Dimensions (WxHxD)	232mm*134mm*26mm
Weight	1.65Kg
OTHER INFORMATION	
Anti-island function	Included (active and passive)
Compatible PV panels	Mono/Polycrystalline Si 60/72 cells*
Units per box	10
Certification	CE - UL1741 - EN50438 - G83/1 VDE0126 - AR 4015 - CQC - AS 4777
Warranty	25 years

Web: www.beonenergy.co



X1
MINI
**SINGLE PHASE
INVERTERS**
From Solax

**SOLAX
POWER**

www.solaxpower.com

SMALL INVERTER BIG PERFORMANCE

Solax X1 Mini, a range of inverters designed and engineered specifically for the global market and the growing demand for smaller PV arrays.

With a start-up voltage of just 50V and a maximum efficiency of 97.1%, the X1 Mini provides unbeatable performance, allowing you to harvest the maximum amount of energy possible from your PV system.



X1 MINI

- Maximum efficiency up to 97.1%
- 60V start-up
- Small and lightweight
- Fanless, quiet and low maintenance
- IP65 protection allows indoor & outdoor use
- Multiple protections: RCD, ISO, overvoltage and earth protection

**SOLAX
POWER**



X1-1.1-S
X1-1.5-S
X1-2.0-S

Get in touch now:

Global: +86 571-56260008

Aus: +61 1300 476529

Website: www.solaxpower.com

DE: +49 7231 4180999

UK: +44 845 6896009

Email: info@solaxpower.com



XI MINI FROM SOLAX SINGLE-PHASE INVERTERS - PRODUCT DATA				
		XI-1.1-S	XI-1.5-S	XI-2.0-S
Input (DC)	Max. recommended DC power[W]	1250	1650	2200
	Max. input DC voltage [V]	400	400	400
	Max. input current[A]	10	10	10
	MPPT voltage range[V]	70~380	70~380	70~380
	Start input/output voltage[V]	60/90	60/90	60/90
	Number of MPP tracker/ strings per MPP tracker	1/1	1/1	1/1
Output (AC)	AC nominal power[W]	1100	1500	2000
	Max. AC power[VA]	1100	1500	2000
	Nominal AC voltage: range[V]	220/230/240: 180~280		
	AC grid frequency: range[Hz]	50/60: ±5		
	Max. AC current[A]	5.5	7.5	9.5
	Power factor (full load)	0.8leading ~ 0.8lagging		
Power Consumption	Total harmonic distortion(THD)	<1.5%	<1.5%	<1.5%
	Standby power[W]	< 10	< 10	< 10
Efficiency	MPPT Efficiency[%]	99.9	99.9	99.9
	Euro Efficiency[%]	95.5	96	96.5
	Max. Efficiency[%]	97.1	97.1	97.1
Safety & Protection	Over voltage protection	YES		
	Over current protection	YES		
	DC isolation impedance monitoring	YES		
	Ground fault current monitoring	YES		
	DC injection monitoring	YES		
	RCD protection	YES		
	Safety	EN62109-1/-2; GB312.45477.2-2015; VDE4106; EN60438; IEC		
	EMC	EN61000-6-2;EN61000-6-3;EN61000-3-2;EN61000-3-3		
Environment Limits	Protection class	IP 65		
	Operating temperature[°C]	-20 ~ +60 (derating at 45)		
	Humidity[%]	0~95, no condensation		
	Attitude[m]	2000		
	Storage temperature[°C]	-20 ~ +60		
	Noise emission[dB]	< 30		
Dimension & Weight	Dimensions (W*H*D) (mm)	248*350*124		
	Weight[Kg]	7	7	7
General Data	Topology	Transformerless		
	Communication interface	RS 485/ WiFi(opt)/ DRM/ USB		
	LED display	6 LED		
	Standard warranty(years)	5 years (10 years optional)		
	Cooling type	Natural		

SUNNY TRIPOWER CORE1 STP 50-40




World's first free standing inverter

Up to 60 % faster installation for commercial PV systems

Cost-effective

- Eliminated ductwork to install
- No DC fuse required
- Integrated DC disconnect

Highly Integrated

- Integrated MPPT circuit with zero module voltage
- 12 short-circuit inputs reduce labor and material costs
- AC/DC overvoltage protection (optional)

Fastest Installation

- Fast grid connection due to easy inverter configuration and commissioning
- Completely accessible connection areas

Maximum Yields

- Up to 150% DC/AC ratio
- Six independent MPPT modules guarantee optimal energy production for every use, even in shading

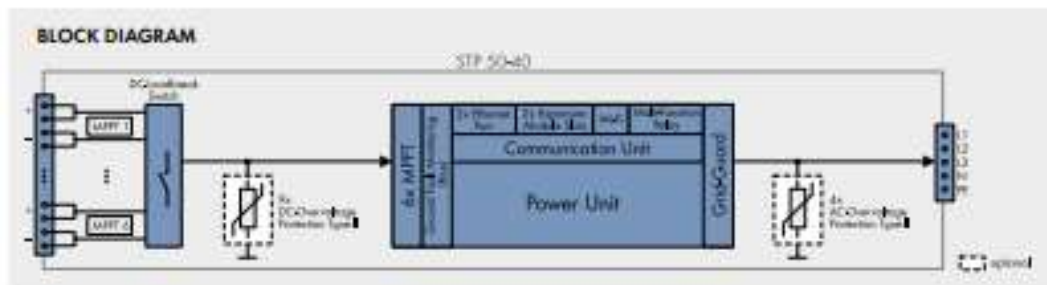
2017 solar award WINNER

SUNNY TRIPOWER CORE1

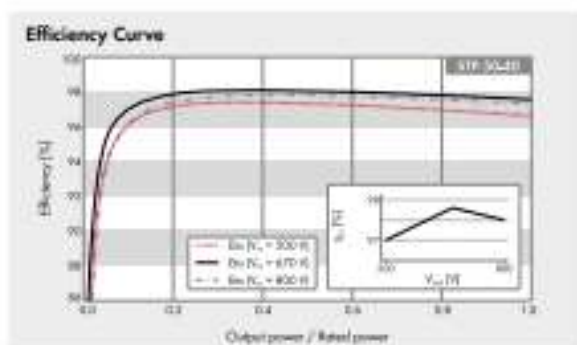
Stands on its own

The Sunny Tripower CORE1 is the world's first free-standing string inverter for decentralized rooftop and ground-based PV systems as well as covered parking spaces. The CORE1 is the third generation in the successful Sunny Tripower product family and is revolutionizing the world of commercial inverters with its innovative design. SMA engineers developed an inverter that combines a unique design with an innovative installation method to significantly reduce installation time and provide all target groups with a maximum return on investment.

From delivery and installation to operation, the Sunny Tripower CORE1 generates widespread savings in logistics, labor, materials and services. Commercial PV installations are now quicker and easier to complete than ever before.



Technical Data	Sunny Tripower CORE1	Technical Data	Sunny Tripower CORE1
Input (DC)		Efficiency	
Max. generator power	75000 Wp STC	Max. efficiency / European efficiency	98.1% / 97.8%
Max. input voltage	1000 V	General data	
MPPT voltage range / rated input voltage	500 V to 800 V / 670 V	Dimensions (W/H/D)	621 mm / 733 mm / 569 mm (24.4 in / 28.8 in / 22.4 in)
Max. input voltage / start input voltage	130 V / 188 V	Weight	8.6 kg (18.8 lb)
Max. operating input current / per MPPT	120 A / 30 A	Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)
Max. short circuit current per MPPT / per string input	30A / 30A	Noise emission (typical)	< 65 dB(A)
Number of independent MPPT inputs / strings per MPPT input	6 / 3	Self-consumption (at night)	4.8 W
Output (AC)		Topology / Cooling concept	Transformerless / OptiCool
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	50000 W	Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65
Max. apparent AC power	50000 VA	Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4E/4H
AC nominal voltage	230 V / 380 V	Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%
AC voltage range	202 V to 303 V	Features / functions / accessories	
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz	DC connection / AC connection	SUNCOM / screw terminal
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	Mounting feet	•
Max. output current / Rated output current	72.5 A / 72.5 A	LED indicators (status / fault / communication)	•
Output phases / AC connection	3 / 3-Ph-PE	Interfaces: Ethernet / WLAN / RS485	• (2 ports) / • / 0
Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor	1 / 0.0 leading to 0.0 lagging	Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire / Webconnect	• / • / •
THD	< 3%	Multi-function relay / Expansion Module Slots	• / • (2 ports)
Protective devices		Option: Global Peak / Integrated Fault Control / Q on Demand 24/7	• / • / •
Islanding disconnection device	•	Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	• / •
Ground fault monitoring / grid monitoring	• / •	Guarantee: 3/10/15/20 years	• / 0 / 0 / 0
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	• / • / -	Certificates and permits (none available on request)	
Active sensitive residual current monitoring unit	•	+ Does not apply to all national requirements of IPE 10018	
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)	1 / AC: II; DC: III		
AC/DC surge arrester (Type II)	0 / 0		



Accessories

SMA Sensor Module MDL STP-40	SMA IO Module MDL IO-40
SMA RS485 Module MDL RS485-40	Antenna Extension Kit EXTANT-40
AC Surge Protection Module Kit AC_SPD_K31-10	DC Surge Protection Module Kit DC_SPD_K308-10

www.SMA-Solar.com

SMA Solar Technology

Smart String Inverter

SUN2000-33KTL-A





Smart

- 8 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart I-V Curve Diagnosis supported

Efficient

- Max. efficiency 98.6%
- European efficiency 98.4%
- 6 MPPT per unit, effectively reducing string mismatch

Safe

- DC switch integrated, safe and convenient for maintenance
- Residual Current Monitoring Unit (RCMU) integrated
- Fuse-free design

Reliable

- Natural cooling technology
- Protection degree of IP65
- Type II surge arrester for both DC and AC

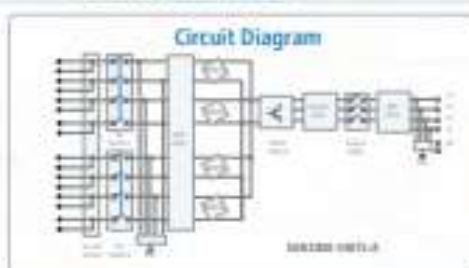
Always Available for Highest Yields

solar.huawei.com/eu/

Smart String Inverter (SUN2000-33KTL-A)



Technical Specifications		GW3000-1203-A
		Efficiency
Max. Efficiency		98.9%
European Efficiency		98.2%
		Input
Max. Input Voltage		1,380 V
Max. Current per MPP		21.3
Max. Short-Circuit Current per MPP		30.3
Max. Input Voltage		230 V
MPP Operating Voltage Range		200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage		600 V
Number of Input		8
Number of MPP Trackers		4
		Output
Rated AC Active Power		33,000 W
Max. AC Apparent Power		33,000 VA
Max. AC Active Power Coefficient		0.995 W
Rated Output Voltage		230 V / 230 V, 50 ~ 60 Hz
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current		143.3
Max. Output Current		165 A
Adjustable Power Factor Range		0.9 L ~ 0.9 L
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%
		Protection
Input-side Disconnection Switch		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Overvoltage Protection		Yes
Phasing Wrong Fault Monitoring		Yes
DC Surge Detector		Type B
AC Surge Detector		Type B
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring (RCD)		Yes
		Communication
Display		LED Indicator, Bluetooth + APP
Wi-Fi		Yes
RS485		Yes
Power Line Communication (PLC)		Yes
		General
Dimensions (W x H x D)		900 x 500 x 200 mm (35.4 x 19.7 x 7.9 inch)
Weight (with mounting plate)		62 kg (136.7 lb.)
Operating Temperature Range		-25 °C ~ 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Cooling Method		Natural Convection
Max. Operating Altitude		5,000 m (16,404 ft.)
Relative Humidity		0 ~ 100%
DC Current In		directional MPPT MS
DC Current Out		Wavelength 900nm ~ 970nm
Protection Degree		IP65
Topology		Full-bridge
		Standard Configuration (Optional equipment)
Certificate		IEC 62109-1-2, IEC 62109-2-1, IEC 62116
Grid Code		IEC 61737, VDE 4110-302, VDE 4110-303, IEC 61737-1, IEC 61737-2, IEC 61737-3, IEC 61737-4, IEC 61737-5, IEC 61737-6, IEC 61737-7, IEC 61737-8, IEC 61737-9, IEC 61737-10, IEC 61737-11, IEC 61737-12, IEC 61737-13, IEC 61737-14, IEC 61737-15, IEC 61737-16, IEC 61737-17, IEC 61737-18, IEC 61737-19, IEC 61737-20, IEC 61737-21, IEC 61737-22, IEC 61737-23, IEC 61737-24, IEC 61737-25, IEC 61737-26, IEC 61737-27, IEC 61737-28, IEC 61737-29, IEC 61737-30, IEC 61737-31, IEC 61737-32, IEC 61737-33, IEC 61737-34, IEC 61737-35, IEC 61737-36, IEC 61737-37, IEC 61737-38, IEC 61737-39, IEC 61737-40, IEC 61737-41, IEC 61737-42, IEC 61737-43, IEC 61737-44, IEC 61737-45, IEC 61737-46, IEC 61737-47, IEC 61737-48, IEC 61737-49, IEC 61737-50, IEC 61737-51, IEC 61737-52, IEC 61737-53, IEC 61737-54, IEC 61737-55, IEC 61737-56, IEC 61737-57, IEC 61737-58, IEC 61737-59, IEC 61737-60, IEC 61737-61, IEC 61737-62, IEC 61737-63, IEC 61737-64, IEC 61737-65, IEC 61737-66, IEC 61737-67, IEC 61737-68, IEC 61737-69, IEC 61737-70, IEC 61737-71, IEC 61737-72, IEC 61737-73, IEC 61737-74, IEC 61737-75, IEC 61737-76, IEC 61737-77, IEC 61737-78, IEC 61737-79, IEC 61737-80, IEC 61737-81, IEC 61737-82, IEC 61737-83, IEC 61737-84, IEC 61737-85, IEC 61737-86, IEC 61737-87, IEC 61737-88, IEC 61737-89, IEC 61737-90, IEC 61737-91, IEC 61737-92, IEC 61737-93, IEC 61737-94, IEC 61737-95, IEC 61737-96, IEC 61737-97, IEC 61737-98, IEC 61737-99, IEC 61737-100, IEC 61737-101, IEC 61737-102, IEC 61737-103, IEC 61737-104, IEC 61737-105, IEC 61737-106, IEC 61737-107, IEC 61737-108, IEC 61737-109, IEC 61737-110, IEC 61737-111, IEC 61737-112, IEC 61737-113, IEC 61737-114, IEC 61737-115, IEC 61737-116, IEC 61737-117, IEC 61737-118, IEC 61737-119, IEC 61737-120, IEC 61737-121, IEC 61737-122, IEC 61737-123, IEC 61737-124, IEC 61737-125, IEC 61737-126, IEC 61737-127, IEC 61737-128, IEC 61737-129, IEC 61737-130, IEC 61737-131, IEC 61737-132, IEC 61737-133, IEC 61737-134, IEC 61737-135, IEC 61737-136, IEC 61737-137, IEC 61737-138, IEC 61737-139, IEC 61737-140, IEC 61737-141, IEC 61737-142, IEC 61737-143, IEC 61737-144, IEC 61737-145, IEC 61737-146, IEC 61737-147, IEC 61737-148, IEC 61737-149, IEC 61737-150, IEC 61737-151, IEC 61737-152, IEC 61737-153, IEC 61737-154, IEC 61737-155, IEC 61737-156, IEC 61737-157, IEC 61737-158, IEC 61737-159, IEC 61737-160, IEC 61737-161, IEC 61737-162, IEC 61737-163, IEC 61737-164, IEC 61737-165, IEC 61737-166, IEC 61737-167, IEC 61737-168, IEC 61737-169, IEC 61737-170, IEC 61737-171, IEC 61737-172, IEC 61737-173, IEC 61737-174, IEC 61737-175, IEC 61737-176, IEC 61737-177, IEC 61737-178, IEC 61737-179, IEC 61737-180, IEC 61737-181, IEC 61737-182, IEC 61737-183, IEC 61737-184, IEC 61737-185, IEC 61737-186, IEC 61737-1



Always Available for Highest Yields

solar.huawei.com/eu/

Smart String Inverter

SUN2000-60KTL-M0



**Smart**

- 12 strings intelligent monitoring and fast trouble shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart I-V Curve Diagnosis supported

**Efficient**

- Max. efficiency 98.9%, European efficiency 98.7% (≥400 V)
- Max. efficiency 98.7%, European efficiency 98.5% (≥330 V / 400 V)
- 6 MPPT per unit, effectively reducing string mismatch

**Safe**

- DC switch integrated, safe and convenient for maintenance
- Residual Current Monitoring Unit (RCMU) integrated
- Fuse free design

**Reliable**

- Natural cooling technology
- Protection degree of IP65
- Type II surge arrester for both DC and AC

Always Available for Highest Yields

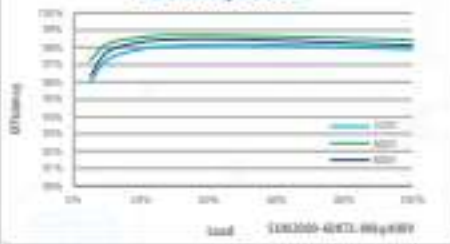
solar.huawei.com/eur/

Smart String Inverter (SUN2000-60KTL-M0)



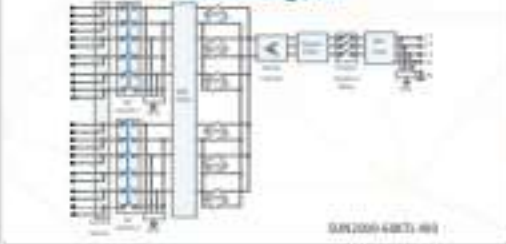
Technical Specifications	SUN2000-60KTL-M0
	Efficiency
Max. Efficiency	98.2% @60 V, 98.7% @200 V / 600 V
European Efficiency	98.7% @60 V, 98.5% @200 V / 600 V
	Input
Max. Input Voltage	1,000 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short-Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	400 V @600 Hz / 400 V ac; 720 V @600 Hz
Number of Inputs	12
Number of MPPT Trackers	6
	Output
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=0.9)	66,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 240 V, 230 V / 480 V, default 230 V + PE, 240 V + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 240 V + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	81.2 A @200 V, 86.7 A @600 V, 72.3 A @480 V
Max. Output Current	100 A @200 V, 85.3 A @600 V, 79.4 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ~ 0.9 LG
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	Protection
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-Polarity Protection	Yes
PV array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
	Communications
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
WiFi	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
	General
Dimensions (W x H x D)	1,875 x 555 x 260 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Weight (with mounting plate)	34 kg (74.9 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 62°C (-13°F ~ 142°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	6,000 m (19,357 ft)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Heliom 44
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamps
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
	Installation Considerations (please consult your installer)
Certificate	DNV-GL IEC 61683-2, IEC 62109-2, EN 50538, IEC 62116, IEC 60368, IEC 61681
Grid Code	IEC 61727, VDE-AR-N1010, VDE 0126-1-1, BDEW, G83-120, LITE C 11-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1400, F.D. 12-3, RD 413, EN 50438-Turkey, EN 50438-Ireland, C1001

Efficiency Curve



Load: SUN2000-60KTL-M0 per MPPT

Circuit Diagram



SUN2000-60KTL-M0

Always Available for Highest Yields

solar.huawei.com/veu/

The content of this document is for reference only. It is not intended to be used as a basis for any other purpose. The content of this document is subject to change without notice. The content of this document is not intended to be used as a basis for any other purpose. The content of this document is subject to change without notice.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging


FRONIUS ECO

The compact project inverter for maximum yields









The three-phase Fronius Eco in power categories 25.0 and 27.0 kW perfectly meets all the requirements of large-scale installations. Thanks to its light weight and SnapInverter mounting system, this transformerless device can be installed quickly and easily either indoors or outdoors.

This inverter range is setting new standards with its IP 66 protection class. Furthermore, thanks to its integrated double fuse holders and optional overvoltage protection, string collection boxes are no longer necessary.

TECHNICAL DATA FRONIUS ECO

INPUT DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Number of MPPT trackers	1	1
Max. input current $I_{in, max}$	44.2 A	47.7 A
Max. array short-circuit current	71.6 A	71.6 A
DC input voltage range $(U_{in, max} / U_{in, min})$	380 - 1,000 V	380 - 1,000 V
Feed-in start voltage $(U_{in, start})$	650 V	650 V
Usable MPPT voltage range	380 - 850 V	380 - 850 V
Number of DC connections	6	6
Max. PV generator output $(P_{in, max})$	27.8 kW _{pmax}	27.8 kW _{pmax}

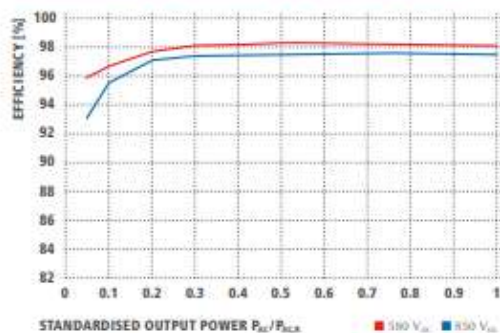
OUTPUT DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
AC nominal output $(P_{ac, n})$	25,000 W	27,000 W
Max. output power	25,000 VA	27,000 VA
AC output current $(I_{ac, max})$	37.9 A / 36.2 A	40.9 A / 39.1 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 180 V / 220 V or 3-NPE 400 V / 230 V (-20 % / +10 %)	3-NPE 180 V / 220 V or 3-NPE 400 V / 230 V (-20 % / +10 %)
Frequency (frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Total harmonic distortion	< 2.0 %	< 2.0 %
Power factor $\cos \phi_{ac, cl}$	0 - 1 ind. / cap.	0 - 1 ind. / cap.

GENERAL DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Dimensions (height x width x depth)	725 x 510 x 225 mm	725 x 510 x 225 mm
Weight	35.7 kg	35.7 kg
Degree of protection	IP 66	IP 66
Protection class	I	I
Overvoltage category (DC / AC) ¹⁾	2 / 3	2 / 3
Night time consumption	< 1 W	< 1 W
Inverter concept	Transformerless	Transformerless
Cooling	Regulated air cooling	Regulated air cooling
Installation	Indoor and outdoor installation	Indoor and outdoor installation
Ambient temperature range	-25 - +40 °C	-25 - +40 °C
Permitted humidity	0 to 100 %	0 to 100 %
Max. altitude	2,000 m	2,000 m
DC connection technology	6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²	6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²
AC connection technology	3 pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²	3 pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²
Certificates and compliance with standards	DVE / ONORM E 8004 4-712, DIN V VDE 0126-1-1(A1), VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CEB 06-190, G59/3, UNE 206007-3, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21	DVE / ONORM E 8004 4-712, DIN V VDE 0126-1-1(A1), VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CEB 06-190, G59/3, UNE 206007-3, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21

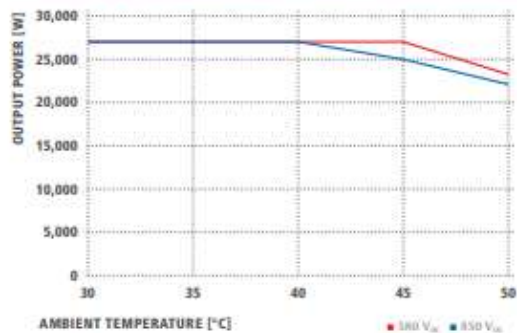
¹⁾ According to IEC 62109-1. DGN val for optimal type 1 + 2 no type 2 surge protection device available.

Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

FRONIUS ECO 27.0.3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS ECO 27.0.3-S TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA FRONIUS ECO

EFFICIENCY	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Max. efficiency	98.2 %	98.3 %
Maximum efficiency (MPP)	98.8 %	98.8 %
MPP adaptation efficiency	+ 99.9 %	
PROTECTION DEVICES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
DC insulation measurement	Yes	
Overload behavior	Operating point shift, power limitation	
DC disconnection	Yes	
Integrated string fuse holders ¹⁾	Yes	
Reverse polarity protection	Yes	
INTERFACES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solarweb, Modbus TCP, SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
4 inputs and 4 digital inputs/outputs	Interface to ripple control systems	
USB (A socket) ²⁾	Data logging, firmware update via USB flash drive	
2x RS485 (B+H socket) ³⁾	Fronius Solar Net	
Signalling output ⁴⁾	Energy management (floating relay output)	
SunLogger and Webserver	Included	
External input ⁵⁾	50 meter connection / Evaluation of overvoltage protection	
RS485	Modbus RTU SunSpec or meter connection	

¹⁾ Optionally fitted with 6 fuses 15 A / 1,000 V on the plus side. ²⁾ Also available in the light version.
Further information and technical data can be found at www.fronius.com.



The advertisement features a large background image of a modern house at night with warm interior lights. The text 'X-HYBRID SOLAR INVERTER' is prominently displayed in white. Below it, the slogan 'SOLAR ENERGY – DAY AND NIGHT' is shown. A vertical orange bar on the right side contains the text 'X-HYBRID'. The SolaX logo, a stylized 'X' with 'SOLAX POWER' underneath, is positioned in the upper right. A grey banner at the bottom left contains descriptive text about the inverter's capabilities. To the right of this banner, the 'e SERIES with EPS' logo is visible. Below the descriptive text, a list of 'Key features' is provided, each preceded by an orange 'X' icon. To the right of the features, a photograph of the white and black SolaX inverter unit is shown. Below the unit, three model numbers are listed: SK-SU3000E, SK-SU3700E, and SK-SU5000E. At the bottom left, a small image of a smartphone displays a monitoring app interface. To the right of this, text explains the X-Cloud monitoring system and states that all inverters come with WiFi as standard.

X-HYBRID SOLAR INVERTER

SOLAR ENERGY – DAY AND NIGHT

More than just an inverter, the innovative X-Hybrid is an intelligent energy management system that stores surplus energy in batteries for later use.

With a standard inverter, a typical solar powered property will use as little as 25% of the free energy it generates; exporting the rest to the grid. With X-Hybrid, 'self-use' can increase to in excess of 80% providing both financial and practical benefits to the customer.

Key features

- X MPPT efficiency up to 99%
- X Maximum efficiency up to 97.6%
- X Maximum DC input voltage of 580V
- X Dual MPP tracker and wide MPPT voltage range for more flexibility
- X Manage remotely via built-in CT and WiFi monitoring
- X Reduce grid stress by reducing your solar power feed

SK-SU3000E
SK-SU3700E
SK-SU5000E

Monitor your system day and night in real time via the X-Cloud.
All SolaX Hybrid inverters come with WiFi as standard.

ANEXO A – Datasheet dos diversos equipamentos que foram alvo de estudo

MODEL	5K-SU3000E	5K-SU3700E	5K-SU5000E
INPUT DC			
Max. recommended DC Power (W)	3300	4000	5000
Max. DC Voltage (V)		550	
Nominal DC operating voltage (V)		360	
MPPT voltage range (V)		125-530	
Max. input current (A)		12/12	
Max. short circuit current (A)		15/15	
No. of MPPT trackers		2	
Strings per MPPT tracker		1	
OUTPUT AC			
AC Nominal Power (W)	3000	3580	4600
Nominal AC Voltage Range (V)		230VAC 50/60 Hz 180-270VAC	
AC Nominal Current (A)	13	16	20
Max. AC Current (A)	14.4	16	22.1
Total Harmonic Distortion (THD)		<3%	
Power Factor (Rated Power)		1	
EFFICIENCY			
MPPT Efficiency		99.9%	
Euro-Efficiency		97.0%	
Max. Efficiency		97.6%	
Charge Efficiency		94%	
Discharge Efficiency		94%	
Standby Losses		<7W	
CHARGER (BMU)			
Nominal Voltage (V)		48	
Voltage Range (V)		40-60	
Battery Type		Lithium LFP	
Max. Charging Current		50	
Over Current Protection		Yes	
Over Temperature Protection		Yes	
CHARGE & DISCHARGE			
Max. Charge Power (W)		2500	
Max. Charge Current (A)		50	
Max. Charge Efficiency		94%	
Max. Discharge Power (W)		2500	
Max. Discharge Charge Current (A)		50	
Max. Discharge Charge Efficiency		94%	
Depth of Discharge		80% (adjustable)	
OTHERS			
Operating Temperature Range (°C)		-30~+50 (derating at 40)	
Storage Stability Range (°C)		-30~+60	
Altitude Limit (m)		<2000	
Cooling Concept		Forced airflow	
Display		LCD (16*4)	
Communications		Ethernet/WiFi	
Noise Emission (typical) (dB)		40	
Humidity (%)		0-95 (non-condensing)	
Protection		IP20 (indoor use)	
EMC Standard		IEC61000-6-1/2/3/4	
Topology		Transformerless	
Warranty		Standard 5 years	
Dimensions W x H x D (mm)		490 x 595 x 167	
Weight (kg)		23.5	
EPS (with internal charger)			
EPS Rated Power (W)	5K-SU3000E	5K-SU3700E	5K-SU5000E
EPS Rated Voltage, Frequency		230VAC 50/60Hz	
EPS Rated Current (A)		9	
EPS Peak Power (W)		1.5xRP, 10s	
Total Harmonic Distortion (THD)		<3%	
Switch Time		<5s	

Anexo A.3: Contadores de energia

No presente sub-anexo encontra-se presentes os datasheets do contador a utilizar nas instalações.



SL7000

Medidor Multifunção SMART™

O SL7000 incorpora em um único medidor todas as funções de medida e tarifação exigidas para a medição em clientes comerciais como em clientes industriais.

MEDIDOR DE ENERGIA PARA CLIENTES COMERCIAIS E INDUSTRIAIS

As funções do registrador de perfil de carga são programáveis. O equipamento permite a comunicação local ou remota, atingindo por ambos os meios a atualização da programação.

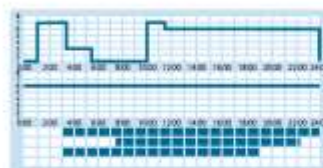
O SL7000 se alimenta dos próprios circuitos de medida de tensão ou da entrada de alimentação auxiliar, quando presente. Possui ampla faixa de medição, o que facilita a utilização do mesmo equipamento numa grande diversidade de instalações.

A possibilidade de adição de consumos de outros equipamentos e a disposição de entrada de pulsos são funções de grande utilidade que na maioria das aplicações permitem a eliminação dos concentradores externos.

APLICAÇÕES CLÁSSICAS DE MEDIÇÃO: CLIENTES POR TARIFA

A grande capacidade de configuração de SL7000 permite programar todas as estruturas tarifárias contempladas pelas normas vigentes incluindo medição de UFER e DMCR para clientes THS.

- Clientes livres
- Clientes Cativos Grupo A
- Medição de fronteiras, atendendo a CCEE/ONS
- Atende a resolução 163 Eletrobrás para medição de óleo



» Tarifação

BENEFÍCIOS

- » Medidor Eletrônico Multifunção
- » Precisão e Linearidade
- » Atende às Normas Nacionais e Internacionais
- » Experiência Comprovada em Diversos Mercados
- » Conexão Através de Transformadores para Aplicações Comerciais e Industriais
- » Entradas e Saídas Digitais
- » Medição UFER/DMCR
- » Múltiplas Portas de Comunicação
- » Saída de Usuário

Novas Necessidades: Clientes Qualificados

Nos últimos anos foram aprovadas diversas normas legais que tornaram possíveis a colocação em marcha do novo sistema elétrico. O SL7000 satisfaz todos os requisitos estabelecidos pelas normas legais e os regulamentos desenvolvidos para a medição em pontos de fronteira entre clientes.

Medidas em Pontos de Fronteira

A precisão e a grande linearidade de medida do medidor asseguram a qualidade dos dados obtidos para aplicações de faturamento. As leituras

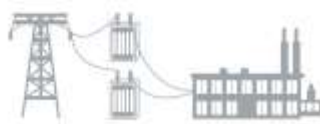
de diversas magnitudes elétricas são utilizadas em aplicações para a supervisão da rede. Por outro lado, os canais simultâneos de comunicação permitem compartilhar os dados recolhidos da instalação entre diversos usuários ou departamentos.

Valor Agregado à Medição

Mediante a aplicação das tecnologias de última geração em metrologia e comunicações, os medidores SL7000 da Itron trazem grandes benefícios tanto para as empresas elétricas como para os consumidores, incorporando valor agregado a cada um dos processos de medição.

VANTAGENS PARA AS EMPRESAS DE ELETRICIDADE

Clientes Qualificados



Redução dos Custos do Estoque

O medidor SL7000 possui uma faixa estendida de tensão de alimentação (autorange). Esta característica permite utilizar o mesmo medidor em diferentes padrões de instalação, tanto em clientes comerciais como industriais.

Redução dos Custos de Leitura

Os ciclos de leitura se reduzem ao mínimo através do armazenamento de todos os dados exigidos para o faturamento e com a capacidade de comunicação que permite o baixo custo da leitura remota do medidor. A adequação dos protocolos disponíveis com as normas mais recentes de comunicação (IEC) facilita a integração do medidor com os sistemas padrões de coleta de dados.

O medidor SL7000 é compatível com vários modelos de comunicação remota disponíveis no mercado.

Redução de Perdas Não-Técnicas

O medidor dispõe de diversas funções de segurança diante de problemas técnicos provocados pela intervenção humana ou tentativas de fraude.

Supervisão da Rede

O medidor SL7000 permite a supervisão das condições da rede, incluindo o registro das anormalidades como acontecimentos simples ou em arquivo. Esta função pode ser utilizada para agir de forma preventiva e/ou corretiva nas condições da rede.

Atualização de Funções

Uma função importante dos medidores SL7000 é a capacidade de atualização de suas funções. O custo da atualização é mínimo permitindo a reutilização do equipamento existente.

Resistência a Ambientes Adversos

Os medidores são planejados e testados para fazer frente a condições ambientais adversas, como perturbações eletromagnéticas e variações nas condições da rede.

Medidas em Pontos de Fronteira



VANTAGENS PARA OS CONSUMIDORES

Supervisão do Consumo

A informação facilitada pelo medidor está disponível em tempo real através de uma porta de comunicação exclusiva de tal modo que os consumidores finais podem supervisionar e controlar o seu consumo de energia.

Supervisão do Fornecimento

A supervisão se realiza baseada em parâmetros disponíveis de qualidade do fornecimento. Os dados obtidos

podem ser utilizados como elemento de verificação quando a qualidade do fornecimento seja um elemento contratual.

Controle do Excesso de Consumo

O medidor SL7000 permite supervisionar o consumo em relação a limites programáveis e podem ativar alguns contatos quando o consumo ultrapassar os limites.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Energia

- Medição de energia ativa (bidirecional), relativa (quatro quadrantes) e aparente em valores agregados e fase por fase.
- Medição de UFER/DMCR
- Estão disponíveis quatro entradas de pulso que permitem uma gestão adicional da medição (Versão de Entrada/Saída intermediária e estendida)

Curvas de Carga

- Podem ser registrados até dezesseis canais de curva de carga configuráveis entre as várias magnitudes medidas.

Multitarifa

- Faturamento de energia e demanda máxima
- Medição de até 10 magnitudes elétricas para faturamento
- Até 32 registros de tarifação de energia e 24 registros de tarifa de demanda máxima
- A mudança de tarifação é controlada por um relógio interno. Nas versões de Entrada e Saída, intermediária e estendida, as mudanças de tarifação também podem ser controladas externamente

Qualidade da Tensão

- Os níveis dos limites de tensão são configuráveis, permitindo uma análise detalhada das variações de tensão
- SAG / Swell e Interrupção
- THD

Comunicações

- Até três canais de comunicação dependendo da versão de medidor
- Dois canais podem ser usados simultaneamente
- Incorpora portas de leitura local e remota
- Saída de Usuário
- Pode ser fornecido um modem PSTN, GSM/GPRS, RF Mesh ou Conversor Ethernet com capacidade de ser alimentado pelo próprio medidor.
- Conforme DLMS-Cosem
- Antifraude
- Abertura de tampa (nº, detalhe das 10 últimas ocorrências)
- Isolamento de tensão (corrente sem tensão)
- Ajuste (nº, detalhe da última)
- Opcional: imunidade e detecção de campo eletromagnético 0,5T a 1,2T
- Página Fiscal: geração do diagrama fatorial



SL7000



Modem Sparklet

Dados Técnicos

Valores	Tensão:	- 3x57.1/100V até 3x240/415V auto- - Fonte de alimentação auxiliar (opcional) - In 1A/2,5A/5A, Imax 10A
Tipo de Conexão	Corrente - Conexão CT: Conexão em transformadores:	- Disponíveis em 3 e 4 fios
Precisão	Conexão em transformador: Conexão direta:	- Classe D, C ou B - Classe B
Frequência	50Hz/60Hz	
Faixa de Temperatura	-40° até +85°C	
Padrões	Adequação com as normas IEC 61036, IEC 60867 e padrões de marcação CE (metrologicos, elétricos, eletromecânicos, mecânicos, climáticos) INMETRO RTM 431/2007	
Comunicações	Porta ótica (IEC 61107), opcionalmente RS232C e/ou RS485 Protocolo DLMS-COSEN (IEC 62058) Saída de usuário ABNT 14522	
Portaria de Aprovação	INMETRO/DIMEL 299/2007	

Acessórios

Comunicação	- Modem telefônico, GSM/GPRS, conversor Ethernet auto-alimentado e abrigados sob a tampa do bloco de terminais - Compatibilidade com RF Mesh e Remotas - Cabeamento de conexão para equipamentos externo de comunicação - Porta ótica de comunicações para conexão ao PC
Configuração	- Software do usuário para supervisão do consumo - Software de configuração para empresas elétricas
Documentação	- Certificado de Teste - Manual do Usuário - Manual de Instalação
Tampa	- Curta - Padrão - Longa

Dimensões (mm)



A Itron possui sistema de gestão da qualidade
certificado e em conformidade com a NBR
ISO 9001:2008.

SupORTE Técnico

E-mail: suportebr:tecnico@itron.com
Fone: +55 19 3757 1311



Nossa empresa é líder mundial em soluções inteligentes de medição, coleta de dados e sistemas de gestão de dados, mais de 8.000 concessionárias em todo o mundo contam com nossa tecnologia para otimizar a entrega e o uso de energia e água.

Para tornar seu futuro mais inteligente, comece aqui: www.itron.com

Para mais informações por favor contate:

ITRON SOLUÇÕES PARA ENERGIA E ÁGUA LTDA.

Av. Joaquim Boer, 792
Americana/SP
CEP: 13477-360

Tel: +55 (19) 3471.8400
Fax: +55 (19) 3471.8410

A Itron se esforça para que o conteúdo de seus materiais de marketing sejam oportunos e precisos. A Itron não faz promessas ou garante a exatidão, integridade, a adequação, e expressamente renuncia a toda responsabilidade por erros e omissões nos materiais. Nenhuma garantia de qualquer espécie, implícita, expressa ou estatutária, incluindo, mas sem limitação, as garantias de não violação de direitos de terceiros, titularidade, comercializabilidade e adequação a um fim específico, é concedida em relação ao conteúdo desses materiais de marketing.
© Copyright 2016, Itron. Todos os direitos reservados. EL-00191-1-BP1-04-18

Anexo A.4: Sistema de monitorização

No presente sub-anexo estão presentes os datasheets dos sistemas de monitorização instalados e orçamentados.



/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

FRONIUS
SHIFTING THE LIMITS

FRONIUS SOLAR.WEB

/ The all-in-one online portal for your Fronius solar systems

REMOTE INVERTER SOFTWARE UPDATE NOW AVAILABLE*

/ At Fronius we believe that every solar system should have monitoring capabilities. Not only to ensure highest performance and protected investments, but also to offer added value to system owners. Fronius Solar.web provides all tools you need and goes beyond basic monitoring. As a bonus to you, Solar.web offers remote maintenance tools and works as a selling feature to potential future system owners.

/ Fronius Solar.web helps you increase customer satisfaction and trust. Keep the system's uptime high, analyze the owner's energy consumption and offer tailored energy solutions or other services as a bonus (e.g. energy efficiency measures or solar storage) - simply make Fronius Solar.web your lead database for future sales!

WHY EVERY SYSTEM SHOULD BE IN FRONIUS SOLAR.WEB

MONITORING AND UPTIME

- / Ensure system uptime and performance
- / Check your complete fleet at a glance

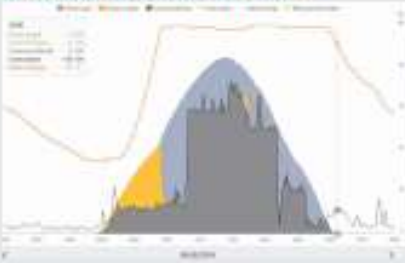
REMOTE MAINTENANCE AND UPDATES

- / Save time and money by analyzing systems remotely
- / Perform inverter software updates remotely

CUSTOMER SATISFACTION AND LOYALTY

- / Keep systems up and running pro-actively
- / Offer tailored energy solutions
- / Build your lead database for future sales

THE FRONIUS SOLAR.WEB FEATURES



- / Visualization of both real-time and archive data
- / Automatic yield comparisons across multiple inverters or time periods
- / Comparison of PV system data against sensor data
- / Analysis of energy consumption (Fronius Smart Meter required)
- / Automatic module default detection
- / String level data for detailed diagnosis
- / Status codes and error messages at a glance
- / Reporting and data export and fleet management
- / Remote inverter software update*

*Fronius Single-String inverters manufactured with a serial number greater than 2716 are eligible for remote software updates. If serial number is below 2716, the integrated firmware (firmware 2.0) can be updated on site to enable remote updates.

FRONIUS SOLAR.WEB APP



/ The Fronius Solar.web App is the mobile version of the online service. Simply install the app on your iPhone, Apple Watch, iPad touch, iPad, Android smartphone or tablet and have the energy yields of your PV system constantly at hand. Use the Fronius demo systems for a sneak.

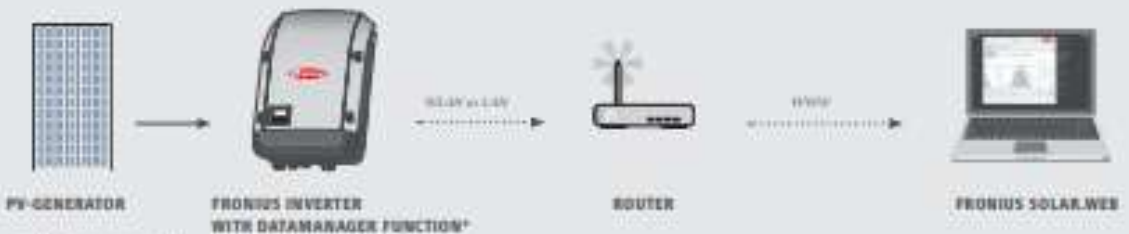
Pick from our two app versions:

/ Fronius Solar.web LIVE: free app, incl. real-time data and a 5 days archive

/ Fronius Solar.web PRO: one-time purchase, incl. full archive and comparison of several PV systems



CONFIGURATION DIAGRAM



*The Fronius DataManager is integrated into the Fronius Galvo and Fronius Primo inverters (standard version) and can be added to any Fronius system.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

WE HAVE THREE DIVISIONS AND ONE PASSION: SHIFTING THE LIMITS OF POSSIBILITY.

/ Whether welding technology, photovoltaics or battery charging technology – one goal is clearly defined: to be the innovation leader. With around 1,700 employees worldwide, we shift the limits of what's possible – our record of over 300 granted patents is testimony to this. While others progress step by step, we innovate in leaps and bounds, just as we've always done. The responsible use of our resources forms the basis of our corporate policy.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com

© 2016 April 2016 001

Fronius USA LLC
6797 Fremont Drive
Portage, IN 46368
USA
us-enq-usa@fronius.com
www.fronius-usa.com

Fronius International GmbH
Friedenstraße 1
4400 Wels
Austria
pw-sales@fronius.com
www.fronius.com

Smart Logger



Smart Logger



Smart

- MODBUS-TCP for connect to NetEco and third-party monitoring system
- USB and embedded web for data reading and software update
- Automatically detect equipment and make RS485 address assignment
- Remote active & reactive power control support

Simple

- Up to 80 equipment accessible
- Up to 30 devices per RS485 bus
- Easy to install with wall, tabletop and rail mounting

Stable

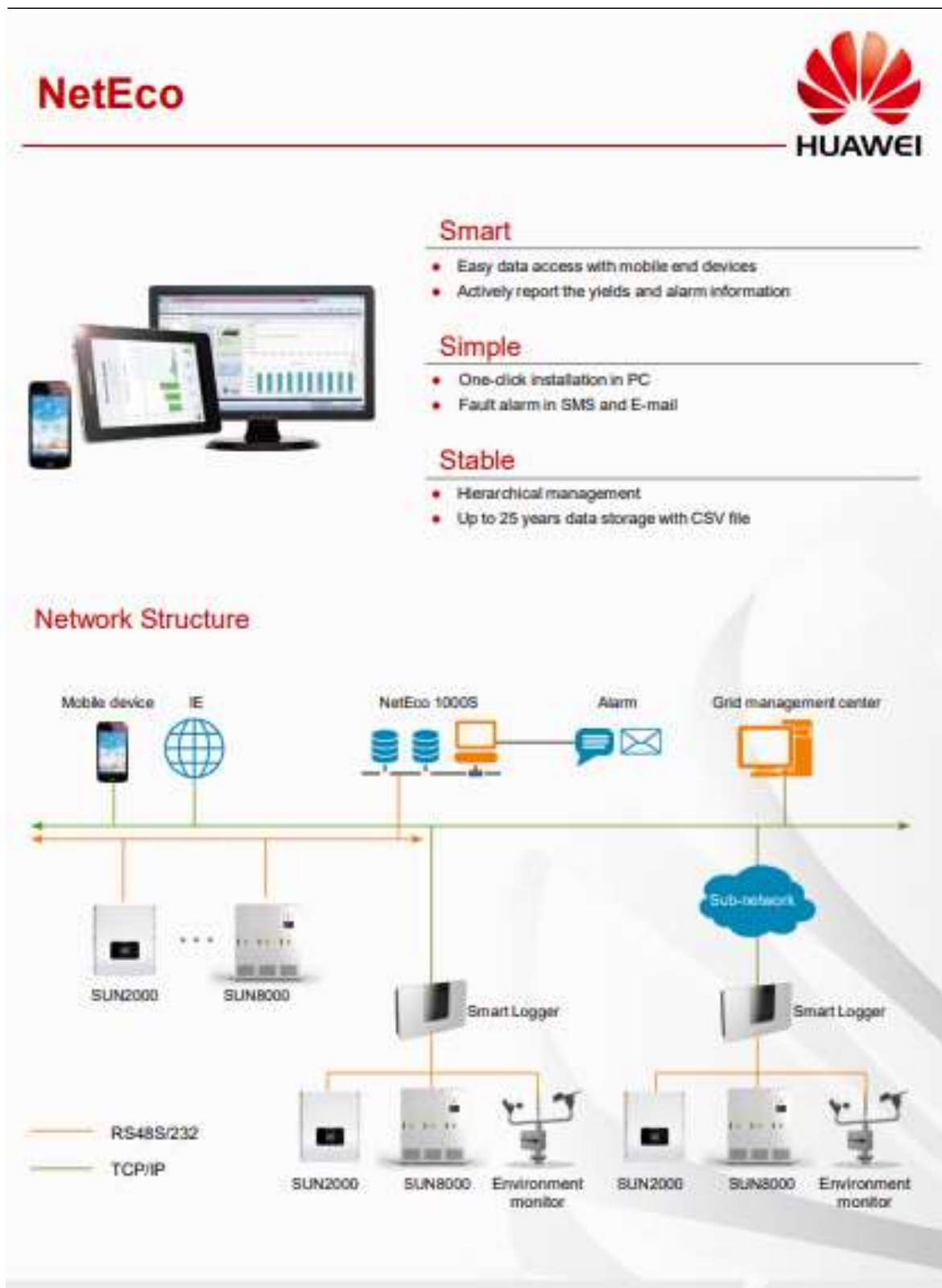
- Max. reliable communication range: 1000 m
- Remote configuration, automatically set RS485 address

Technical Specifications

Technical Specifications	Smart Logger
Device Management	
Max. number of devices	80
Communication interface	2 x RS485
Max. Communication range	1000 m
Display	
LCD	3.5 inch graphic LCD
LED	3 LEDs
Web	Embedded Web
General Data	
Power supply	100 V ~ 240 VAC, 50 Hz / 60 Hz
Power consumption	Typical: 3 W, Maximum: 7 W
Memory	32 MB flash memory, expanded to 16 GB with optional SD card
Language	English, Chinese, German, Italian, Japanese, French
Dimensions (W*H*D)	225 x 180 x 50 mm (8.8 x 7.0 x 2.0 in.)
Operating temperature range	-20 °C to +60 °C (-4 °F to +140 °F)
Relative humidity (non-condensing)	5 ~ 95%
Degree of protection	IP20
Installation option	Wall mounting, Tabletop, Rail mounting
Interface	
Ethernet	10 / 100 M, Modbus - TCP
RS485	Modbus - RTU
USB	Yes
Number of digital inputs	4
Number of analog inputs	3
Number of relays	3

Always Available for Highest Yields

info.energysys@huawei.com
inverter@huawei.com
Tel: 49 911 255 22 3053
Tel: 800 0889977





SUNNY HOME MANAGER 2.0



Innovative

- Energy manager with integrated measuring device
- Consumption analysis of individual loads
- Optimized battery charging in SMA storage systems

Easy to Use

- Quick plug-and-play installation
- Overview of all relevant appliances, PV generation and battery systems
- Use energy more efficiently and reduce electricity costs

Transparent

- Energy balance and load data shown in interactive diagrams
- Integrated weather and PV forecast data
- PV system monitoring via Sunny Portal and Sunny Places

Flexible

- Appliance connection via standard protocols and compatible radio-controlled sockets
- For compatible devices, such as heat pumps, electric vehicles and other household appliances, go to www.sma-solar.com

SUNNY HOME MANAGER 2.0

The control center for smart energy management

The Sunny Home Manager 2.0 is SMA's intelligent energy manager and enables the most efficient use of solar energy in the home. It optimizes PV self-consumption and significantly reduces electricity costs. To do this, it measures the power of PV generation, purchased electricity as well as grid feed-in, and gives an overview of all relevant energy flows in the household. By means of local PV generation forecasts and the measured household consumption profile, the self-learning device prompts the user with energy-related action recommendations. Operation of the controlled appliances is coordinated in a way to optimize the use of self-generated solar energy.

The path to intelligent energy management is quite easy. Simply install the Sunny Home Manager 2.0 at the grid connection point, connect it to the internet router using an Ethernet cable, then register the PV system in Sunny Portal or Sunny Places free of charge and join more than 30,000 systems already installed worldwide in benefiting from greater energy efficiency.

SMA Solar Technology

Anexo B: Formulários e Fichas de Identificação

Anexo B.1: Formulário de registo por parte da DGEG para Unidade de Pequena Produção

10/11/2018 Impressão

Pessoa de Contacto *

Telemóvel *

Potência Contratada * (kW / kVA)

Energia Elétrica produzida anualmente * (kWh)

Potência de Ligação / Injeção * (kW)

Energia Elétrica consumida anualmente * (kWh) ☐ Estimada ☐ Real

Entidade Terceira * ☐ Sim ☐ Não

CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE PEQUENA PRODUÇÃO

Potência de Ligação / Injeção * (kW)

Potência de Ligação / Injeção * (kVA)

Potência Instalada * (kW)

Potência Instalada * (kVA)

Fonte Primária * ▼

Tipo de Tecnologia *

Energia Elétrica produzida anualmente * (kWh)

☐ Inserir Desconto *

Valor de Desconto à tarifa de referência * (€/kWh)

Categoria da UPP * ▼

Morada da Unidade de Produção *

Código Postal * -

Informações complementares

Produtor sujeito ao regime jurídico da contratação pública (nos termos do n.º 2 do art.º 15.º do DL 153/2014) ou sujeito a procedimentos especiais de que dependa a construção e exploração da UP, nomeadamente, quando a fonte a utilizar sejam recursos hídricos (nos termos do n.º 2 do art.º 15.º do DL 153/2014) ou em que a UP esteja localizada nas regiões autónomas dos Açores ou Madeira (nos termos do n.º 2 do art.º 15.º do DL 153/2014) * ☐ Sim ☐ Não

Localização da Unidade de Pequena Produção * ☐ Continente ☐ Região Autónoma da Madeira ☐ Região Autónoma dos Açores

CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA UPP

Nome / Denominação Social *

NIF / NIPC *

Energia Elétrica consumida anualmente * (kWh)

Nível de tensão de alimentação * ▼

Anexo B.2: Termo de responsabilidade da empresa instaladora

Instalações Elétricas
Termo de responsabilidade

NRG – Sistemas de Energias Renováveis, Lda com sede na Rua José Augusto Frutuoso, Lote 8, n.º 6, 3025-029 COIMBRA, detentora de alvará n.º 71575 emitido pelo InCI, I.P., com habilitação para o exercício de atividade devidamente enquadrado no regime jurídico aplicável à construção (Lei n.º 41/2015) de instalações de produção de energia elétrica, declara haver executado a unidade de produção com n.º de cadastro UPACXXX, sita em *Localidade*, *Código Postal*, de *Nome*, abaixo descrita em conformidade com a legislação vigente e as regras técnicas aplicáveis, sob a responsabilidade do técnico Paulino Oliveira, inscrito na OE como membro efetivo com o n.º 70874.

Declara-se que a referida unidade de produção se encontra instalada e em condições de entrar em exploração.

Potência instalada	Potência de ligação (caso aplicável)	Fonte	Tecnologia utilizada
		Solar	Fotovoltaico

(Técnico responsável pela execução)

(Pela gerência)

2018/03/07

Anexo B.3: Ficha de identificação da instalação elétrica

 Direção Geral de Energia e Geologia	
<i>A preencher pelos Serviços</i> DIVISÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PROCESSO	
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA (DECRETO-LEI N.º 153/2014, DE 20 DE OUTUBRO)	
<i>A preencher pelos Promotores</i> 1. TIPO DE INSTALAÇÃO (*)	
UPP ☐ UPAC ☐ UPAC C/INJEÇÃO ☐	Nº de cadastro
2. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO (*)	
NOME DO PRODUTOR:	
NIF/NIPC:	
MORADA:	
CÓDIGO POSTAL:	LOCALIDADE:
DISTRITO:	CONCELHO:
DESCRIÇÃO SUMÁRIA:	
TELEFONE:	EMAIL:
3. AS COORDENADAS (PT-TM06ETRS89) :	
X (m):	
Y (m):	
Z (m):	
4. ENTIDADE INSTALADORA (*)	
NOME:	
ALVARÁ:	NIPC:
MORADA:	
CÓDIGO POSTAL:	LOCALIDADE:
TELEFONE:	EMAIL:
5. TÉCNICO RESPONSÁVEL EXECUÇÃO (*)	
NOME:	
NIF:	CC:
TR N.º:	DGE/DRE/OE/OET:
MORADA:	
CÓDIGO POSTAL:	LOCALIDADE:
TELEFONE:	EMAIL:
NOTA: *PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO	

NOTA: * PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO
UPP - Unidade Pequena Produção, tabela 9

Anexo B.4: Formulário para dimensionamento de sistema de autoconsumo fotovoltaico

FORMULÁRIO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

1. DADOS DO CLIENTE

Nome:

Endereço de email: Telefone:

2. DADOS DA PROPOSTA

Referência da Proposta: Data:

Executivo comercial:

3. DADOS DO LOCAL DA INSTALAÇÃO

Morada:

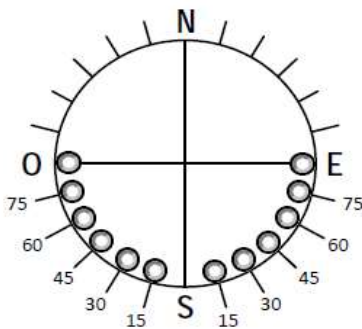
Localidade: Concelho:

4. TIPO DE MONTAGEM DOS MÓDULOS:

☐ ☐ ☐

☐ ☐ ☐

4.1 MONTAGEM DOS MÓDULOS NA COBERTURA



Inclinação cobertura: graus.

Desvio face ao Sul: graus.

Sombreamento:

Largura Útil da cobertura: m

Profundidade Útil da cobertura: m

Distância Solo/Módulos: m

Tipo de cobertura: (Deve indicar o tipo de telha/ material da cobertura e uma fotografia elucidativa das características da cobertura)

4.2 INSTALAÇÃO E MONTAGEM

Cópias das facturas relativas ao consumo eléctrico (pelo menos um ano): ☐ ☐

Distância entre os módulos fotovoltaicos e o inversor:

Distância entre o inversor e o contador:

Acessibilidade ao local de instalação:

Existência de Posto de Transformação:	☐	☐
Existência plano de redução e racionalização de energia ou certificado energetico:	☐	☐

Anexo B.5: Certificado de exploração

 Direção Geral de Energia e Geologia	 REPÚBLICA PORTUGUESA ECONOMIA	 Portugal Energia
---	--	---

CERTIFICADO DE EXPLORAÇÃO
 UPAC:

Localização da Unidade de Produção para Autoconsumo	
Morada:	
Localidade:	
Código Postal:	

Produtor	
Nome:	
NIF/NIPC:	

Entidade Instaladora/ Técnico Responsável pela Execução	
Entidade Instaladora: NRG - SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS LDA	
N.º Alvará: 71575	
Técnico Responsável pela Execução: Paulino Gonçalves Oliveira	
N.º Técnico: DGEG 55870	

Características da Unidade de Produção/ Sistema de contagem			
Solar (kW): 	Hídrica (kW): -	Eólica (kW): -	Biomassa (kW): -
Biogás (kW): -	Não renovável (kW): -		
Potência de Ligação (kW): 			
Inversor(es) n.º(s): 			
Contador de produção n.º: 		Contador de venda n.º: -	
CPE consumo: 		CPE produção: -	
Obs.: -			



Certificado de Exploração emitido nos termos do disposto no n.º 3, do art.º 14.º, do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro, sujeito às seguintes cláusulas:

1) O contador de produção total fica sujeito às disposições legais indicadas no art.º 22.º do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro, pelo que, previamente à ligação, deve ser efetuada a correta configuração do contador de produção total junto do ORD.

Nota: As informações relativas às características da Unidade de Produção/Sistema de Contagem estão conforme declaração do produtor.

Lisboa, 27 de setembro de 2018


Mário Guedes
(Diretor-Geral)

