

GUIA II

# AUTOCONSUMO INDIVIDUAL

Capítulo I

## Sistema Solar Fotovoltaico

# **GUIA II**

## **AUTOCONSUMO INDIVIDUAL**

Capítulo I – Cuidados antes da aquisição e entrada em funcionamento da UPAC

# Índice

1.	Introdução .....	2
2.	Conceitos e componentes de uma UPAC .....	3
2.1.	Detalhes importantes para um correto dimensionamento e uma adequada instalação .....	6
2.1.1.	Painéis solares fotovoltaicos .....	6
2.1.2.	Estrutura da instalação.....	21
2.1.3.	Cabo solar.....	22
2.1.4.	Inversor .....	24
2.1.4.1.	Inversor String .....	24
2.1.4.2.	Inversor Híbrido.....	27
2.1.4.3.	Micro-Inversor.....	30
2.1.4.4.	Comparação resumida entre tecnologias .....	33
2.1.5.	Baterias para armazenamento de energia elétrica .....	36
2.1.6.	Contador Totalizador.....	42
2.1.7.	Contador Bidirecional.....	42
2.1.8.	Configurações possíveis de instalações de sistemas fotovoltaicos .....	45
2.2.	Como posso avaliar a potência da UPAC a instalar? .....	47
2.3.	Integração da UPAC com o veículo elétrico .....	51
2.4.	Outra informação relevante.....	65
2.4.1.	Cuidados a ter antes do pedido de propostas comerciais .....	65
2.4.2.	Avaliação técnico-económica de propostas.....	66
2.5.	Procedimentos de licenciamento. Registo no portal da DGEG .....	68
ANEXO I	Comprovativo de registo da UPAC na DGEG .....	70



## 1. Introdução

O presente Guia tem por objetivo apoiar o **consumidor final do setor residência (aplicável também a outros setores de atividade)**, numa análise informada sobre possíveis soluções de autoconsumo baseadas em **sistemas solares fotovoltaicos (até 30 kW)**, disponíveis no mercado (ano de referência, 2022).

Para além do sistema gerador de energia, que corresponde à Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC), é também abordado o tema da **mobilidade elétrica**, que tem evoluído nos últimos anos significativamente, proporcionando-se assim ao leitor um valor acrescido durante a sua leitura.

A informação neste Guia II, encontra-se dividida em 2 capítulos:

**Capítulo I: Cuidados antes da aquisição e entrada em funcionamento da UPAC.**

Aborda os temas referentes à seleção dos equipamentos, proposta financeira, registo da instalação na DGEG, entre outra informação relevante antes da tomada de decisão;

**Capítulo II: Cuidados após a entrada em funcionamento da UPAC.** Aborda os temas referentes à maximização do rendimento da UPAC, manutenção, entre outra informação relevante a considerar.

Dotar-se os consumidores e autoconsumidores de mais e melhor informação, permite desmistificar informação e ultrapassar barreiras geradas por desconhecimento sobre muitos dos tópicos aqui abordados ou até mesmo pela dificuldade na concretização dos passos corretos para uma bem-sucedida instalação e exploração.

Salienta-se que a atividade de produção descentralizada de energia elétrica é atualmente regulada pelo [Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro](#), que estabelece o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade destinada ao autoconsumo na instalação de utilização associada à respetiva unidade produtora, com ou sem ligação à rede elétrica pública, baseada em tecnologias de produção renováveis, designadas por Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC). Para mais informações poderá ainda consultar o [Guia I - Guia Legislativo Simplificado](#).



## 2. Conceitos e componentes de uma UPAC

### Conceitos

De acordo com o Decreto-Lei n.º 15/2022, devem ser tidos em consideração os seguintes conceitos para a leitura do presente Guia II:

«**Autoconsumo**»: o consumo assegurado por energia elétrica produzida por uma ou mais UPAC e realizado por um ou mais autoconsumidores de energia renovável;

«**Autoconsumidor**»: um consumidor final que produz energia renovável para consumo próprio, nas suas instalações situadas no território nacional, e que pode armazenar ou vender eletricidade com origem renovável de produção própria, desde que, para os autoconsumidores de energia renovável não domésticos, essas atividades não constituam a sua principal atividade comercial ou profissional, podendo exercer esta atividade em ACI (autoconsumo individual), ACC (autoconsumo coletivo) ou CER (comunidade de energia renovável);

«**BT (Baixa Tensão)**»: a tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV;

«**BTN (Baixa Tensão Normal)**»: os fornecimentos ou entregas em BT com a potência contratada inferior ou igual a 41,4 kVA;

«**BTE (Baixa Tensão Especial)**»: os fornecimentos ou entregas em BT com a potência contratada superior a 41,4 kVA até 45kVA;

«**IU (Instalação de Utilização)**»: corresponde à instalação física (habitação, empresa, escola, outra) onde é consumida a energia elétrica gerada pela UPAC;

«**ORD (Operador da Rede de Distribuição)**»: o operador da rede que exerce a atividade de distribuição e é responsável pela construção, exploração e manutenção da rede de distribuição e, quando aplicável, pelas suas interligações, bem como por assegurar a garantia de capacidade da rede a longo prazo;

«**RESP (Rede Elétrica de Serviço Público)**»: o conjunto das instalações de serviço público destinadas ao transporte e à distribuição de eletricidade que integram a RNT (Rede Nacional de Transporte, gerida pela REN) e a RND (Rede Nacional de Distribuição, gerida pelo Operador de Rede de Distribuição(ORD));

«**UPAC (Unidade de produção para autoconsumo)**»: uma ou mais unidades de produção que tem como fonte primária a energia renovável, incluindo ou não instalações de armazenamento de energia, associada(s) a uma ou várias IU, destinada primordialmente à satisfação de necessidades próprias de abastecimento de energia

elétrica, que seja(m) instalada(s) nessa(s) IU e/ou na proximidade da(s) IU que abasteçam, podendo ser propriedade de e/ou geridas por terceiro(s).

## Outros conceitos

As UPAC são instalações constituídas por diferentes equipamentos que têm por fim a geração/produção de energia elétrica através de fontes renováveis, sendo neste Guia II apresentados somente os **sistemas solares fotovoltaicos**, em atividade de **Autoconsumo Individual (ACI)**, no entanto, o proprietário da UPAC poderá, caso pretenda, partilhar o excedente com outras IU. Para o efeito terá de aderir a/ou constituir um **Autoconsumo Coletivo (ACC)** ou uma **Comunidade de Energia Renovável (CER)**. Para a sua constituição deverá consultar o [“Guia Legislativo”](#), elaborado pela ADENE e DGEG, que sintetiza de forma simplificada a legislação atualmente em vigor.

**A instalação da UPAC deve ter como principal objetivo a redução da fatura de energia elétrica para com o comercializador de energia contratado e não a venda de energia para com um agregador do mercado.**

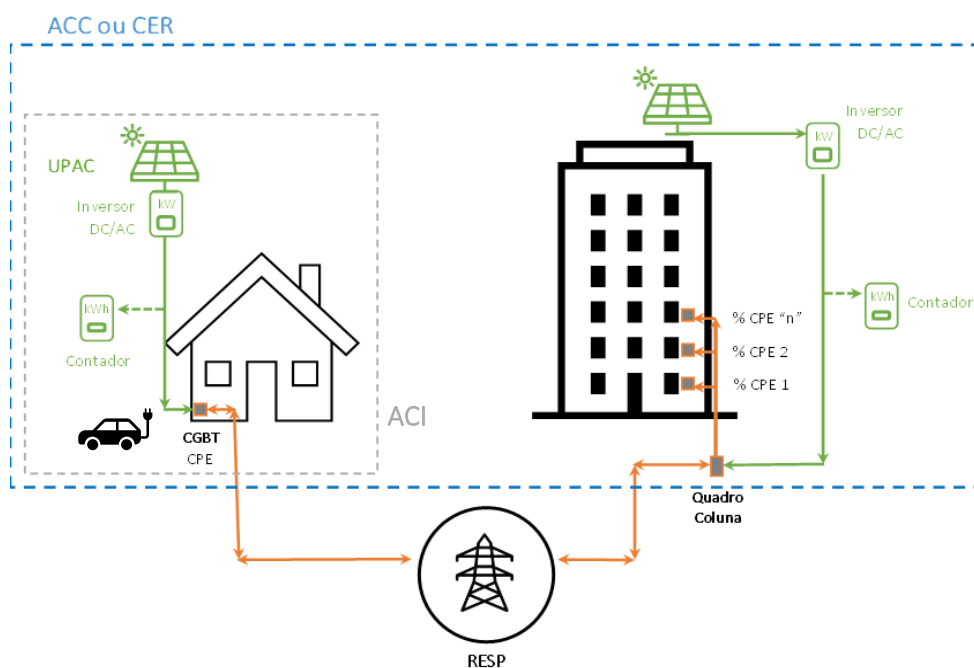


Figura 1 – Exemplo de ACI, ACC e CER

Esta procura crescente no setor residencial deve-se principalmente por:

- Rápido retorno de investimento (inferior a 8 anos);
- Flexibilidade de instalação (telhado, chão, outro);
- Rápida instalação (entre 24h a 48h);

- Anos de funcionamento da UPAC (entre 20 a 25 anos);
- Possibilidade de armazenamento da energia (com a instalação de baterias);
- Venda do excedente (energia não consumida), maximizando o investimento;
- Integração com a mobilidade elétrica.

De forma a permitir ao leitor uma melhor compreensão destes sistemas, em seguida apresenta-se:

## Componentes de um sistema solar fotovoltaico

A UPAC de tecnologia, solar fotovoltaico, é um sistema que utiliza a radiação solar para a produção de energia elétrica. Para o seu adequado funcionamento, este sistema é na sua generalidade constituído por:

1. Painéis solares fotovoltaicos (um ou mais);
2. Cabo solar DC (positivo, negativo);
3. Proteções elétricas DC;
4. Inversor(es) DC/AC;
5. Baterias de acumulação (equipamento opcional);
6. Contador Totalizador (apenas para potências iguais ou superiores a 4 kW);
7. Cabo elétrico AC (MONOFÁSICO – L1, neutro, terra ou TRIFÁSICO – L1, L2, L3, neutro, terra).
8. Proteções elétricas AC.

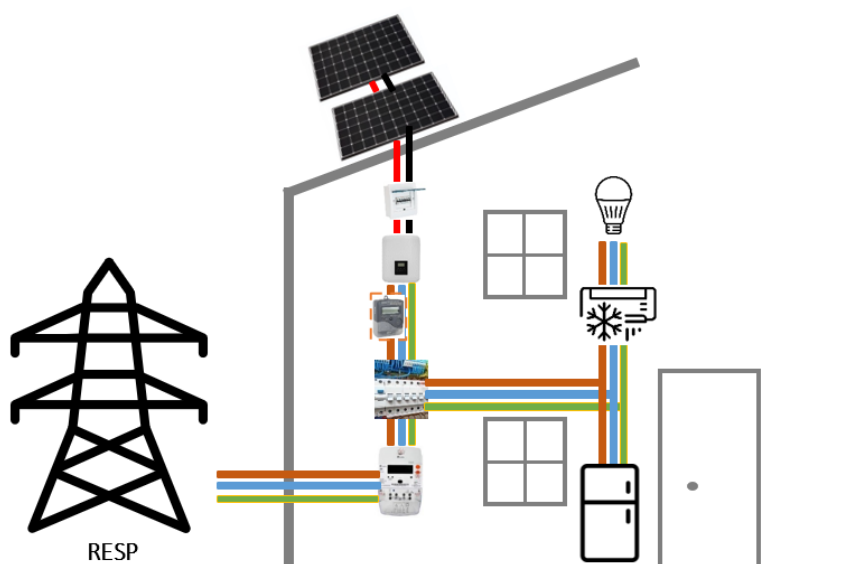


Figura 2 – Exemplo de sistema solar fotovoltaico monofásico de potência > 4kW com ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP)

Como se pode constatar, são vários os equipamentos que constituem um sistema solar fotovoltaico, devendo o projetista para o seu dimensionamento analisar o tipo de:

- Instalação de Utilização (localização, orientação solar, construção e ambiente exterior);
- Perfil de Consumo (acesso às faturas de energia elétrica ou preferencialmente aos dados do ORD, de 15 em 15 minutos);
- Hábitos de utilização dos equipamentos de consumo de energia elétrica (nº de ocupantes, equipamentos mais utilizados, ocupação durante os dias úteis e fins de semana, entre outros);
- Integração com mobilidade elétrica ou pretensão para futura integração;
- Outra informação relevante.

Seguidamente descreve-se cada componente que constitui a UPAC.

## 2.1. Detalhes importantes para um correto dimensionamento e uma adequada instalação

### 2.1.1. Painéis solares fotovoltaicos

#### Seleção da tecnologia

O painel solar fotovoltaico é o equipamento que permite a captação da radiação solar, convertendo-a em energia elétrica (de corrente contínua) através de células solares, encontrando-se a predominância tecnológica dividida em:

- **Monocristalinos (atualmente a mais comum)**, que utilizam o silício num único cristal, num formato muito fino constituído por células interligadas entre si e que permitem uma maior eficiência.
- **Policristalinos**, que utilizam também o silício, no entanto num formato com vários cristais em diferentes células, tendo como consequência uma menor eficiência comparativamente aos módulos solares monocristalinos, devido a um menor espaço para os eletrões se movimentarem livremente.
- **Bifacial**, tendo células fotovoltaicas em ambos os lados (frente e trás), têm a capacidade de absorver energia solar direta e difusa. A parte da frente recebe a luz solar direta, enquanto a parte de trás absorve a luz refletida pela superfície subjacente (superfície refletoras).





Figura 3 - Painel solar fotovoltaico monocristalino (esquerda), policristalino (central) e bifacial (direita)

À primeira vista é possível distinguir estas três tecnologias, em virtude de os painéis policristalinos apresentarem uma cor mais azulada que os painéis monocristalinos e os painéis bifaciais serem transparentes comparando com as anteriores tecnologias “standard”.

Se forma a permitir ao leitor uma comparação simplificada entre estas, apresenta-se a tabela seguinte:

Tabela 1 – Comparação simplificada, painel monocristalino vs. painel policristalino

Características	Monocristalinos	Policristalinos	Bifacial
N.º de cristais por célula	1	> 1	1
Eficiência	+	-	++
Área ocupado por Watt	-	+	-
Produção de energia (para a mesma área)	+	-	++
Comportamento devido a sombreamento ou pouca luz	+	-	+
Tolerância a altas temperaturas exteriores	-	+	-
Rendimento a altas temperaturas exteriores	-	+	-
Duração (média)	25 anos	25 anos	30 anos
Rendimento (ao fim de 25 anos)	≥ 80%	≥ 80%	≥ 85%
Custo	+	-	++

Código de cores:

**Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Cinzento:** característica igual.

É de salientar que esta comparação genérica, varia de fornecedor para fornecedor. Deste modo, solicite sempre ao projetista as características técnicas dos equipamentos (fornecidas pelo fabricante) para comparação com outras propostas.

## Ligação entre painéis solares fotovoltaicos

A ligação entre os painéis solares fotovoltaicos é definida pelo projetista, tendo o técnico instalador de efetuar a instalação de acordo com o definido por aquele.

Na **ligação em série**, as tensões dos módulos solares fotovoltaicos somam-se à saída do último módulo solar fotovoltaico, mantendo-se a intensidade de corrente.

### Exemplo:



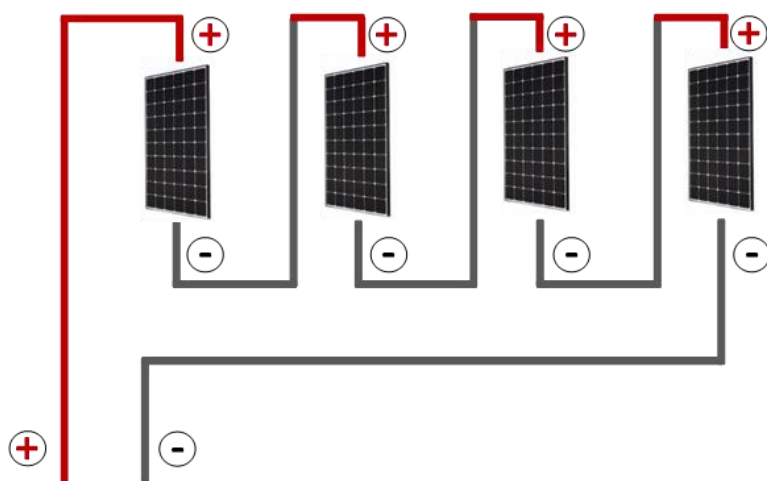
**Tecnologia:** Monocristalino

**Potência:** 410 Wp

**Tensão (Voc):** 41 V

**Corrente (Isc):** 10 A

**Número de módulos:** 4



**Ligação entre módulos:** Série

**Tensão (Voc):** 164 V

**Corrente (Isc):** 10 A

**Potência final:** 1,64 kWp (1640 Wp)

Figura 4 - Sistema solar fotovoltaico ligado em série

Na **ligação em paralelo**, as intensidades de corrente dos módulos solares somam-se à saída do último módulo solar fotovoltaico, mantendo-se a tensão.

**Exemplo:**



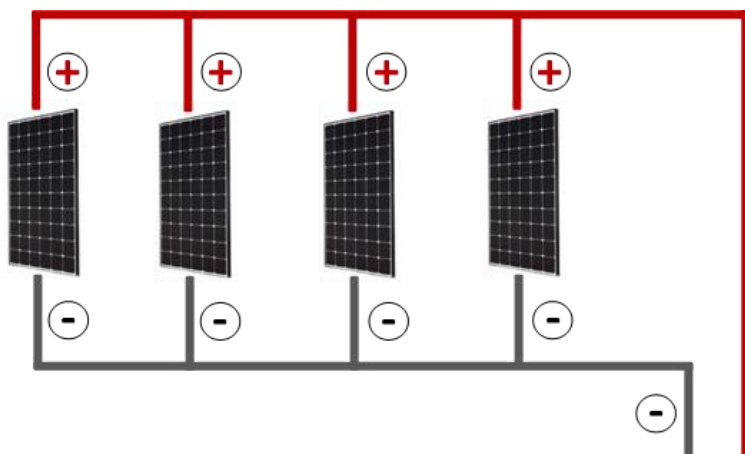
**Tecnologia:** Monocristalino

**Potência:** 410 Wp

**Tensão (Voc):** 41 V

**Corrente (Isc):** 10 A

**Número de módulos:** 4



**Ligação entre módulos:** Paralelo

**Tensão (Voc):** 41 V

**Corrente (Isc):** 40 A

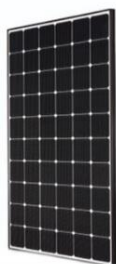
**Potência final:** 1,64 kWp (1640 Wp)

*Figura 5 - Sistema solar fotovoltaico ligado em paralelo*

**Na ligação em série – paralelo**, em série as tensões somam-se e as intensidades de corrente mantêm-se.

Quando ligadas em paralelo, as intensidades de corrente somam-se e as tensões mantêm-se.

**Exemplo:**



**Tecnologia:** Monocristalino

**Potência:** 410 Wp

**Tensão (Voc):** 41 V

**Corrente (Isc):** 10 A

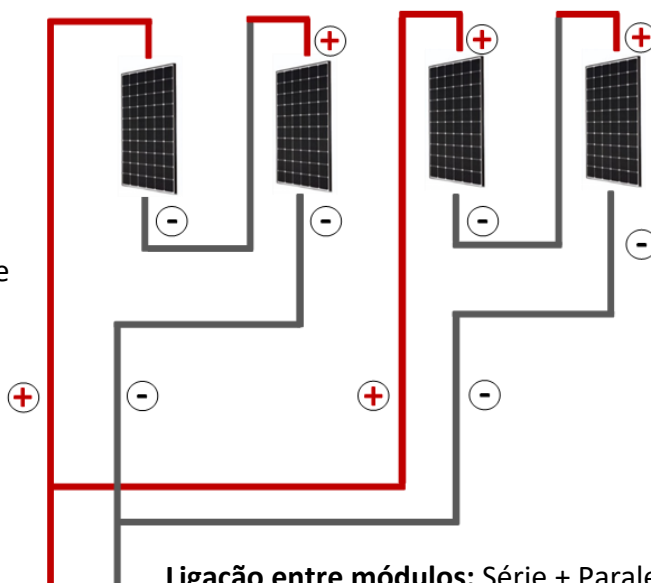
**Número de módulos:** 4

**Potência:** 820 Wp

**Tensão (Voc):** 82 V

**Corrente (Isc):** 10 A

**Ligação entre módulos:** Série



**Potência:** 820 Wp

**Tensão (Voc):** 82 V

**Corrente (Isc):** 10 A

**Ligação entre módulos:** série

**Ligação entre módulos:** Série + Paralelo

**Tensão (Voc):** 82 V

**Corrente (Isc):** 20 A

**Potência final:** 1,64 kWp (1640 Wp)

Figura 6 - Sistema solar fotovoltaico ligado em série e em paralelo



A ligação entre os módulos é uma opção que o projetista irá definir, tendo em consideração a finalidade da instalação, bem como as características técnicas do inversor, do cabo solar dimensionado e das respetivas proteções elétricas.

Como se pode verificar, independentemente da ligação adotada, a potência final do sistema mantém-se sempre a mesma. No entanto, quanto maior for a intensidade de corrente elétrica do sistema, maior terá de ser a secção dos cabos a instalar e mais alta terá de ser a intensidade de corrente nos equipamentos de proteção, aumentando assim os custos da instalação.

Esta é uma das razões pela qual os projetistas adotam preferencialmente a ligação em “*série*”, por permitir uma secção menor dos cabos a instalar, reduzindo os custos da instalação para o cliente em comparação com a ligação em paralelo ou série-paralelo.

## Orientação solar

De forma a obter o maior rendimento possível da potência instalada dos painéis solares fotovoltaicos, a componente da orientação solar é fundamental para a produção de energia, por esta depender da incidência da radiação. A eficiência de um painel, tendo em consideração a radiação solar absorvida, é atualmente de cerca de 22% (painéis bifaciais têm um maior rendimento e está em desenvolvimento uma nova geração de painéis com rendimento superior a 30%).

Deste modo, a instalação dos módulos solares deverá sempre que possível ser alinhada para uma orientação a “*sul*” e com uma inclinação ideal que dependa da localização física da instalação. Este alinhamento deve-se ao facto da maior incidência solar se encontrar na estação do ano - **verão** – em que os dias têm mais horas/luz e a radiação incide com “*mais intensidade*” (encontrando-se o sol nesta altura do ano com uma maior amplitude, isto é, “*mais alto*”).

Para a identificação do melhor ângulo de radiação o projetista pode usar um sistema designado “*tracker*” (rastreador solar), permitindo a este avaliar os ângulos solares, no entanto, é de salientar que a sua instalação não se justifica em pequenas instalações (até 30 kW).

De uma forma geral pode-se dizer que em **Portugal Continental**, o ângulo de instalação dos painéis solares fotovoltaicos deve ser superior a 10° e inferior a 30°.

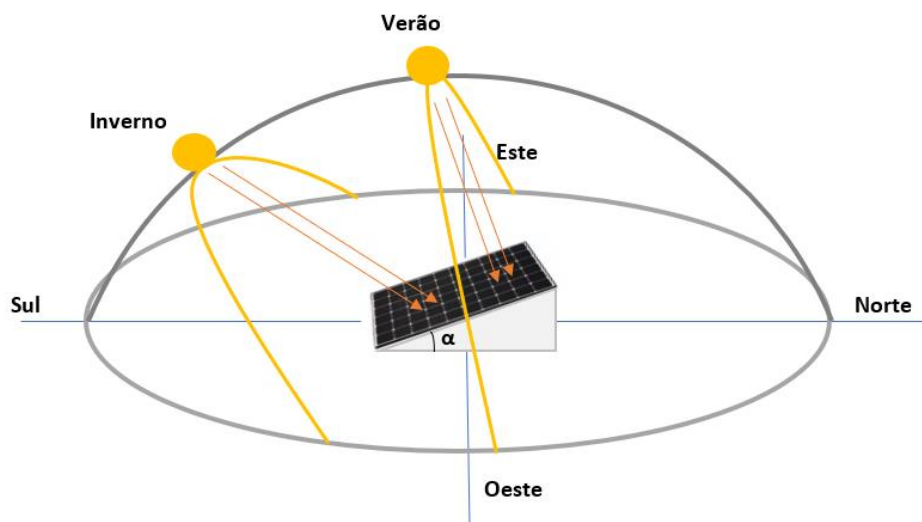


Figura 7 - Incidência solar sobre um painel solar fotovoltaico nas estações do ano, Inverno e Verão

**O ângulo de inclinação dos módulos solares fotovoltaicos é da responsabilidade do projetista e depende de fatores externos como a orientação solar da habitação, sombreamentos, estrutura selecionada, entre outros fatores.**

Conforme se pode ver na imagem anterior, os painéis solares fotovoltaicos conseguem assim, *um bom rendimento*, quando a radiação incide num determinado ângulo, e no verão se encontram virados para sul (em Portugal Continental), conforme descrito anteriormente.

De forma a permitir ao leitor entender melhor a influência da orientação solar num painel fotovoltaico, apresenta-se seguidamente um exemplo de geração de energia com diferentes orientações em Portugal Continental.

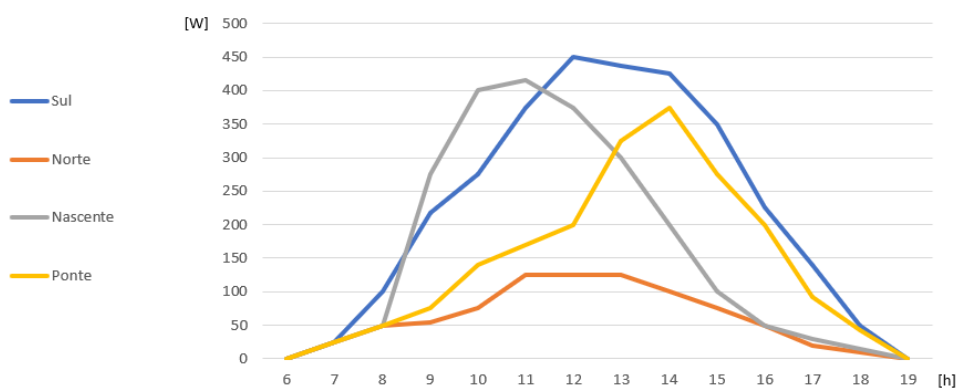


Figura 8 – Geração de energia num painel de 450Wp com diferentes orientações solares (Portugal Continental)

## Outras especificações técnicas (curvas de produção e degradação das células solares)

A **curva de produção** do equipamento a fornecer é de extrema importância no dimensionamento do sistema, uma vez que este indica a capacidade de produção tendo em consideração a radiação da localização da instalação.

**Esta característica varia de fornecedor para fornecedor e encontra-se nas especificações técnicas do painel solar fotovoltaico, devendo o cliente pedir essa informação para comparação entre diferentes propostas.**

Esta curva depende da correta orientação solar para poder alcançar o rendimento máximo a que o painel solar fotovoltaico foi dimensionado para transmitir ao sistema (Potência de Pico,  $W_p$ ), tendo o instalador de verificar a sua correta orientação durante a instalação.

Na figura seguinte, apresenta-se esta informação, **potência do painel**, tendo em consideração a **variação da intensidade de corrente e tensão**, de acordo com a **radiação incidente**.

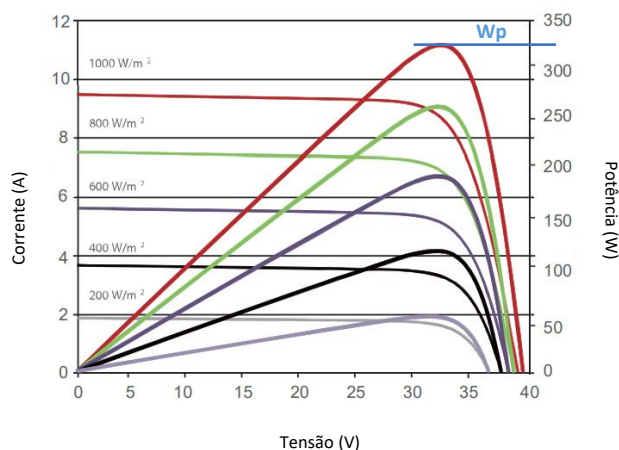


Figura 9 - Especificações técnicas de um módulo fotovoltaico de potência de 340 W (fonte: Qcells)

De uma forma resumida verifica-se que:

- A tensão que percorre as células tem uma variação “mínima” em cada gama de radiação solar. No entanto, existe uma grande variação na intensidade de corrente elétrica, sendo esta variação proporcional à radiação incidente.

Para o leitor compreender melhor a frase anterior, apresenta-se seguidamente um exemplo (com base na figura anterior):

Para uma incidência de  $200 \text{ W/m}^2$ , o presente módulo fotovoltaico consegue produzir uma potência máxima de  $60 \text{ W}$ , isto é,  $6x$  menos a sua potência máxima que é de  $340 \text{ W}$ , quando a radiação é de  $1000 \text{ W/m}^2$ . Nesta potência máxima, o módulo estará a gerar no sistema uma corrente de cerca de  $10,8 \text{ A}$ , a uma tensão aproximada de  $31,5 \text{ V}$ .

No entanto, existe uma variável muito importante na variação da tensão e corrente, que é a **temperatura exterior** a que as células solares se encontram expostas.

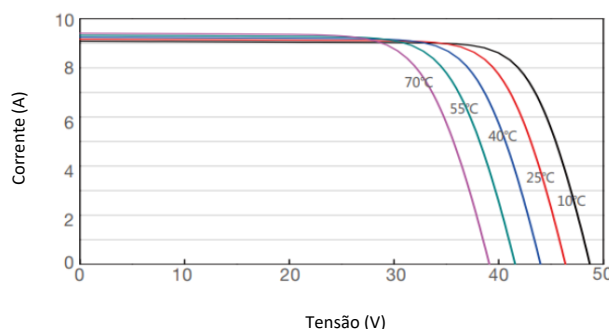


Figura 10 - Especificações técnicas de um módulo fotovoltaico de potência de  $340 \text{ W}$  (Temperatura vs. Tensão) de acordo com a temperatura exterior ( $^{\circ}\text{C}$ ) para uma radiação de  $1000 \text{ W/m}^2$  (fonte: Qcells)

Conforme se pode verificar na figura anterior, para uma radiação constante, quanto maior for a temperatura, menor será a potência que o painel solar fotovoltaico conseguirá gerar, devido ao valor da tensão ser reduzido.

Deste modo, demonstra-se que o relacionamento que muitos leitores, erradamente, consideravam:

***“Sol e altas temperaturas exteriores correspondem a “boas” produções de energia elétrica”***

não corresponde à realidade, levando mesmo a reduzidas produções de energia elétrica quando as temperaturas exteriores são muito elevadas (painéis policristalinos têm maior eficiência que os painéis monocristalinos em temperaturas exteriores mais altas).

Na tabela seguinte apresenta-se essa relação para uma radiação de  $1000 \text{ W/m}^2$ .

Tabela 2 – Influência da temperatura exterior na tensão e na intensidade de corrente de um módulo solar fotovoltaico

Radiação 1000 W/m <sup>2</sup>	Tensão	Intensidade de corrente
Quanto menor a temperatura	+	-
Quanto maior a temperatura	-	+

Assim, a potência transmitida por um painel solar fotovoltaico depende da tensão e da corrente que este consegue gerar ao converter a radiação a uma determinada temperatura exterior.

Conclui-se assim que o mesmo módulo solar fotovoltaico instalado em dois locais distintos pode apresentar produções diferentes, por depender principalmente das:

1. Condições climatéricas.
2. Horas/minutos de sol.

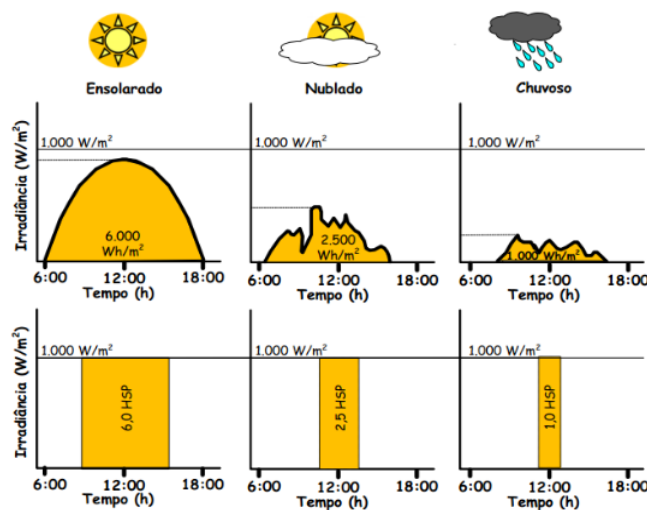


Figura 11 - Exemplo de radiação solar com a variação meteorológica e respetivas Horas de Sol Pico (HSP)  
(Fonte: Pinho; Galdino (2014))

Nas propostas apresentadas, o cliente deve assegurar que os cálculos da produção diária e/ou anual têm em consideração a meteorologia do último ano do local onde



será efetuada a instalação e a radiação solar, caso contrário a previsão de produção e da poupança financeira pode resultar em desvios significativos.

A **degradação das células solares** é outra característica de grande importância, já que é determinante na eficiência do painel solar fotovoltaico ao longo da sua vida útil. Na sua maioria, estes equipamentos são dimensionados para uma vida útil de 25 anos, no entanto esta componente varia de fornecedor para fornecedor devido à qualidade do material empregue no seu fabrico.

Deste modo, as características técnicas do painel solar fotovoltaico a ser fornecido devem apresentar o parâmetro, “*Potência garantida*”, pelo facto de identificar qual a potência espectável do painel solar fotovoltaico durante o seu tempo de vida útil estimada.

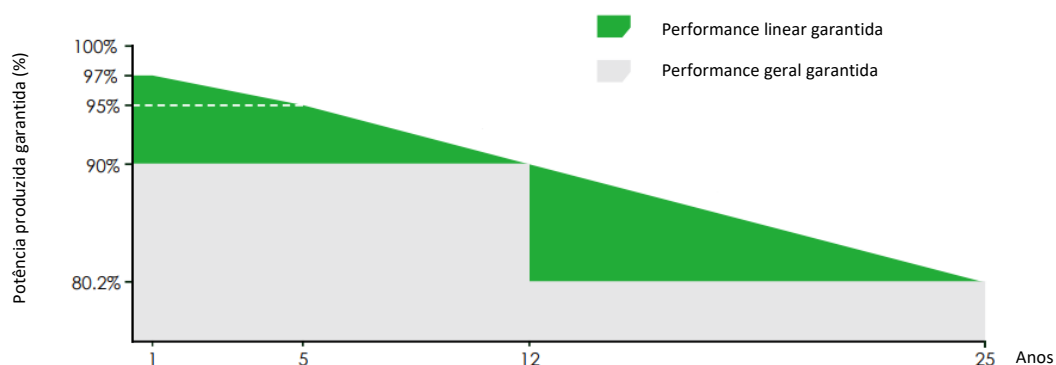


Figura 12 - Exemplo do parâmetro “Potência produzida garantida” para um painel existente no mercado monocristalino (fonte: Qcells).

Da figura anterior verifica-se que, no primeiro ano não se prevê degradação no painel fotovoltaico, sendo que, o fabricante garante no mínimo 97% da sua potência, isto é, se o módulo apresenta uma potência de pico de  $500 W_p$  espera-se uma potência de pico mínima de  $485 W_p$ , decrescendo ao longo da sua vida útil, prevendo-se ao final de 25 anos uma potência mínima de 80,2% da potência inicial, isto é,  $401 W_p$ .

O projetista deverá assim selecionar no mercado um painel solar fotovoltaico que no final de 25 anos tenha uma potência mínima de 80% garantida, dando, assim, ao cliente uma “segurança” do rendimento deste equipamento ao longo da sua vida útil, tendo em consideração o seu fator de degradação.

## Validação das características técnicas dos painéis (Testes de fábrica)

As características técnicas apresentadas pelo fabricante devem ser sempre validadas por um laboratório independente, de acordo com as normas aplicadas, permitindo desta forma aferir a veracidade da informação prestada.

Uma vez que a produção do módulo solar fotovoltaico varia de acordo com a radiação e a temperatura exterior, em laboratório estes valores são determinados em **condições ideais**, isto é, **não são aferidos através de dados de casos reais**.

Por este facto são dois os principais métodos de testes a que estes equipamentos estão sujeitos:

- **STC (Standard Test Conditions)**, significa que o resultado apresentado teve por base condições ideais: temperatura das células a 25 °C, não à temperatura ambiente, e radiação solar de 1000 W/m<sup>2</sup> distribuída uniformemente por todas as células, a uma pressão de 1,5 bar. Em termos de incidência de ângulos, o teste corresponde a um ângulo de 48,19<sup>o</sup> em relação ao plano horizontal.

De acordo com estas condições são determinados os valores de Voc (*Tensão em circuito aberto*), Isc (*Corrente em curto-circuito*), entre outros parâmetros de grande importância para o técnico especializado poder realizar o dimensionamento do sistema.

- **NOCT (Nominal Operating Conditions Test) e NMOT (Nominal Module Operating Temperature)**, significa que o resultado apresentado teve por base condições ideais: temperatura ambiente de 20 °C, temperatura da célula também não deverá estar a uma temperatura superior, radiação solar de 800 W/m<sup>2</sup> (um valor mais realista para a maioria das instalações e menos teórico), inclinação do módulo solar fotovoltaico a 45<sup>o</sup>, velocidade do vento de 1 m/s e células solares a uma pressão de 1,5 bar.

**Apesar dos testes NOCT/NMOT darem resultados mais “realistas”, a maioria dos fabricantes estabeleceu o sistema STC como principal referência.**

Tabela 3 – Características elétricas de um módulo solar fotovoltaico de uma especificação técnica de um fabricante (fonte: Qcells)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS							
POWER CLASS			440	445	450	455	460
MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC <sup>1</sup> (POWER TOLERANCE +5W / -0W)							
Minimum	Power at MPP <sup>1</sup>	P <sub>MPP</sub> [W]	440	445	450	455	460
	Short Circuit Current <sup>1</sup>	I <sub>SC</sub> [A]	10.59	10.62	10.65	10.67	10.70
	Open Circuit Voltage <sup>1</sup>	V <sub>OC</sub> [V]	53.11	53.15	53.18	53.22	53.25
	Current at MPP	I <sub>MPP</sub> [A]	10.05	10.10	10.15	10.20	10.25
	Voltage at MPP	V <sub>MPP</sub> [V]	43.77	44.06	44.34	44.61	44.89
	Efficiency <sup>1</sup>	η [%]	≥ 19.7	≥ 20.0	≥ 20.2	≥ 20.4	≥ 20.6
MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NMOT <sup>2</sup>							
Minimum	Power at MPP	P <sub>MPP</sub> [W]	329.5	333.2	337.0	340.7	344.5
	Short Circuit Current	I <sub>SC</sub> [A]	8.54	8.56	8.58	8.60	8.62
	Open Circuit Voltage	V <sub>OC</sub> [V]	50.08	50.12	50.15	50.18	50.22
	Current at MPP	I <sub>MPP</sub> [A]	7.90	7.95	7.99	8.03	8.08
	Voltage at MPP	V <sub>MPP</sub> [V]	41.69	41.93	42.17	42.41	42.64

<sup>1</sup>Measurement tolerances P<sub>MPP</sub> ± 3%; I<sub>SC</sub>; V<sub>OC</sub> ± 5% at STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25 ± 2°C, AM 1.5 according to IEC 60904-3 • <sup>2</sup>800W/m<sup>2</sup>, NMOT, spectrum AM 1.5

Conforme apresentado na tabela anterior, é possível aferir que os resultados alcançados em condições STC e NMOT apresentam uma variação significativa, pelo que no dimensionamento de grandes parques solares é preciso ter muito cuidado na escolha dos valores do dimensionamento, no entanto, para uma habitação essa diferença não é significativa.

Para melhor interpretação por parte do leitor, verificar-se que o fornecedor da tabela anterior só apresenta o rendimento do módulo solar fotovoltaico nas condições STC (*Efficiency, η [%]*). Para um dimensionamento correto usando as condições NMOT, o projetista teria de aplicar os parâmetros apresentados nas fichas técnicas do módulo solar fotovoltaico referente aos coeficientes de temperatura para efetuar as devidas correções de produção diária/anual.

Tabela 4 – Coeficientes de temperatura a usar no dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico. Dados apresentados numa especificação técnica de um fabricante (fonte: Qcells)

TEMPERATURE COEFFICIENTS							
Temperature Coefficient of I <sub>SC</sub>	α	[%/K]	+0.04	Temperature Coefficient of V <sub>OC</sub>	β	[%/K]	-0.27
Temperature Coefficient of P <sub>MPP</sub>	γ	[%/K]	-0.35	Nominal Module Operating Temperature	NMOT	[°C]	43 ± 3

## Certificação dos equipamentos

De modo a permitir que os equipamentos sejam comercializados a nível nacional e europeu é obrigatório que estes cumpram determinadas regras elétricas e construtivas.

Deste modo, os painéis solares fotovoltaicos devem ter conformidade mínima de acordo com:

- Marcação CE;
- IEC 61215 (módulo cristalino);
- IEC 61646 (módulo silício amorfo);
- IEC 61730 1-2 (especificação construtiva em termos de proteção elétrica e mecânica);
- Classe de proteção II ou III, sendo a II a recomendada.

## Outras informações a considerar

Como se pode verificar, para um painel alcançar a potência máxima é necessário reunir um conjunto de aspetos técnicos e ambientais ao mesmo tempo.

No entanto, se o autoconsumidor verificar que a diferença entre potência instalada e energia gerada tem uma diferença significativa, deve entrar em contacto com o instalador (Exemplo: no ano em que foi instalada a UPAC, nunca ter conseguido pelo menos, 80% da potência de pico, no verão).

**Ao longo desta seção, esclarece-se assim a razão pela qual nem sempre a UPAC gera a energia máxima para a qual foi dimensionada.**

## 2.1.2. Estrutura da instalação

Para a instalação dos painéis solares fotovoltaicos é necessária uma estrutura que é dimensionada pelo projetista. Esta pode ser realizada em diferentes materiais, sendo a mais comum a estrutura metálica, pelo facto da maioria das instalações ser realizada em telhados ou coberturas. No entanto, também existe a possibilidade de esta ser realizada no solo através de muros de cimento, desde que tenham a inclinação correta, entre outras estruturas apropriadas e recomendadas pelo fabricante de painéis. Estas coberturas poderão também ser encontradas sobre a estrutura de *carport* (cobertura para veículos).



Figura 13 - Exemplos de estruturas para instalação de módulos solares fotovoltaicos

No entanto, antes de qualquer instalação o instalador deverá efetuar uma análise técnica de como será realizada a sua fixação, tendo em consideração o peso desta acrescida ao peso dos módulos solares fotovoltaicos, assim como ter em atenção as variações térmicas e forte intensidade de vento que se possam sentir no local. **É de notar que a estrutura a instalar deverá ser fixada à laje, viga ou outra estrutura de suporte se for num telhado ou cobertura e nunca unicamente à telha, chapa “sandwich” ou outra proteção.** Caso seja instalado em local impróprio, rapidamente irão surgir problemas na estrutura e nos módulos solares fotovoltaicos (exemplo: fendas, estrutura



dobrada, telhas partidas, chapas dobradas que resultam em infiltrações de água ou até mesmo, comprometer a segurança de terceiros, caso um módulo solar fotovoltaico se solte da estrutura).

**Se a instalação for sobre o telhado** (exemplo: figura anterior, canto superior esquerdo), deverá existir sempre um espaçamento entre a estrutura e o telhado de forma a permitir a passagem de chuvas, ventos e sujidades, como é o caso de folhas e poeiras entre outras, de forma a não se acumularem e criarem problemas de infiltração de água.

Como exemplos de cuidados a ter:

- A estrutura nunca deverá passar os limites do telhado e o módulo solar fotovoltaico deverá estar a uma distância mínima das extremidades igual a 5x à altura do telhado e da estrutura;
- Igualmente, módulos solares fotovoltaicos instalados na mesma estrutura devem ter sempre uma pequena separação entre si de forma a permitir a passagem do vento;
- O material a utilizar deverá ser de alta resistência (por exemplo, aço inoxidável).

### 2.1.3. Cabo solar

O cabo solar é um cabo elétrico que permite a interligação para a passagem da energia gerada no(s) painel(éis) solar(es) fotovoltaico(s) para o inversor. Estes cabos são específicos para a passagem de corrente contínua (DC), existindo no mercado diferentes tipos e modelos de cabo que permitem essa interligação, devendo o projetista selecionar o modelo e dimensionar a respetiva secção.

**Os dados que se apresentam na tabela seguinte podem variar de acordo com as necessidades específicas da instalação, sendo da responsabilidade do projetista a opção tida como a mais adequada.**

Tabela 5 – Características de referência do cabo solar

<b>Característica</b>	<b>Valores de referência</b>
<b>Classe de flexibilidade</b>	mínima, classe 5
<b>Temperatura mínima</b>	$\leq - 30^{\circ}\text{C}$
<b>Temperatura máxima</b>	$\geq 120^{\circ}\text{C}$
<b>Temperatura em curto-circuito</b>	$\geq 200^{\circ}\text{C}$ ( $\geq 5$ seg.)
<b>Raio de curvatura</b>	$\geq 5 \times$ (diâmetro externo)
<b>Resistência ao calor</b>	<b>Sim</b>
<b>Resistência à água</b>	<b>Sim</b> (aconselhado: AD7)
<b>Resistência ao impacto</b>	<b>Sim</b> (aconselhado: AG2)
<b>Resistência ao ar livre</b>	<b>Sim</b>
<b>Resistência a UV</b>	<b>Sim</b>
<b>Vida útil</b>	$\geq 30$ anos
<b>Secção (mm)</b>	Deverá ser dimensionada tendo em consideração a potência instalada do sistema fotovoltaico e a distância ao inversor, devido às quedas de tensão originadas pela resistência dos cabos.
<b>Normas internacionais</b>	IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034
<b>Normas europeias</b>	UNE-EN 60332-1 / UNE-60216-2/ UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034

## 2.1.4. Inversor

O inversor é o equipamento que permite a conversão da corrente DC (Corrente Contínua) gerada pelos painéis solares fotovoltaicos, para corrente AC (Corrente Alternada). Esta conversão permite assim que a energia gerada possa ser consumida pelos diferentes equipamentos de consumo existentes na IU (exemplo: frigorífico, computador, televisão, entre outros).

Relativamente a estes equipamentos onduladores de tensão, convencionalmente designados como inversores, importa definir os princípios, os requisitos técnicos e os procedimentos que devem ser tomados para poderem ser considerados equipamentos certificados, que, resumidamente, estão relacionados com o cumprimento de requisitos mínimos de qualidade e de segurança para as instalações, para a rede e para os materiais e os equipamentos elétricos integrados numa UPAC.

Adicionalmente, a entidade instaladora ou o técnico responsável pela execução, conforme aplicável, deve assegurar que na UPAC os equipamentos instalados se encontram certificados nos termos do [Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro](#), onde o inversor a instalar terá de comportar as parametrizações definidas pelo projetista, nomeadamente, as que resultam do Regulamento (EU) 2016/631 da Comissão Europeia, de 14 de Abril, que estabelece os requisitos de ligação dos geradores à rede.

O dimensionamento do inversor é realizado pelo projetista, tendo em consideração a escolha de ligação entre os painéis solares fotovoltaicos, potência do sistema e eventual existência de armazenamento de energia excedente através de baterias.

De uma forma simplificada, as tecnologias de inversores mais utilizadas são:

- **Inversor *string***;
- **Inversor híbrido**;
- **Micro-Inversor**.

Em seguida é apresentada uma descrição simplificada de cada tecnologia.

### 2.1.4.1. Inversor String

O inversor *string* é a tecnologia predominante, representando mais de 50% dos inversores instalados em todo o mundo. Este inversor é constituído por uma ou mais entradas *MPPT* (Maximum Power Point Tracking) ou *SPPM* (Seguidor do Ponto de Potência Máximo), sendo neste último caso chamado de *multi-string*.

A diferença entre um inversor *string* e um inversor *multi-string* é a capacidade deste último permitir uma maior flexibilidade na instalação dos módulos solares fotovoltaicos devido a questões de sombreamento e divisão da potência do sistema.

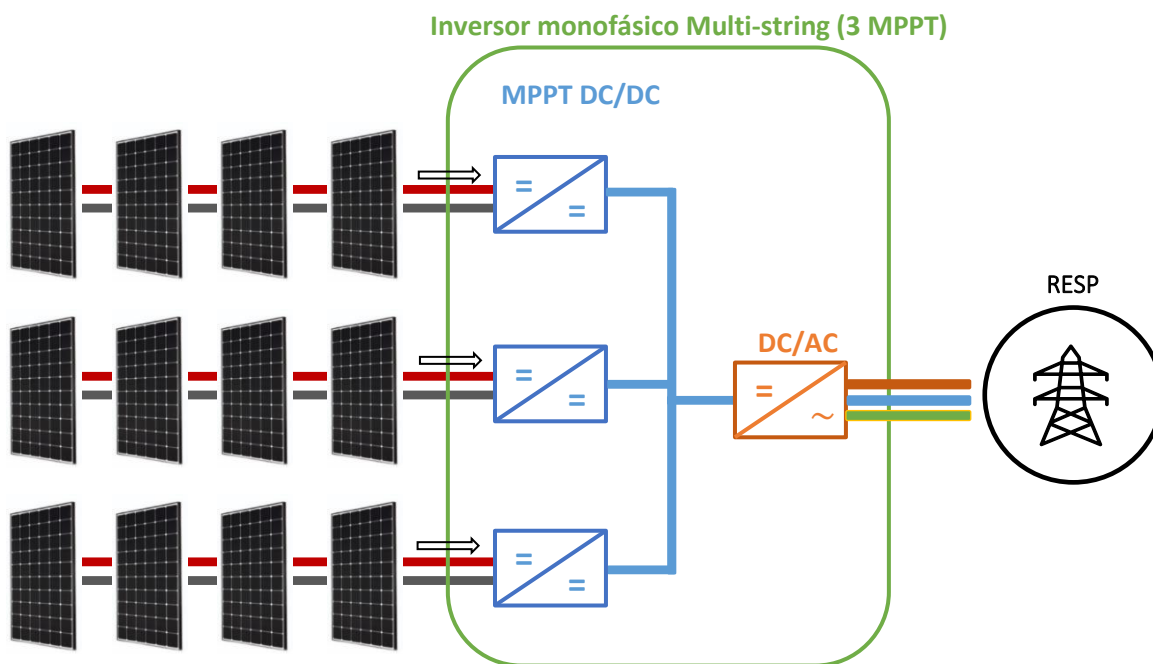


Figura 14 - Exemplo de um inversor multi-string de 3 MPPT ligado à rede elétrica monofásica

Conforme foi apresentado nos pontos anteriores, a curva que representa a relação “Intensidade de Corrente – Tensão” (I-V) de um painel solar fotovoltaico (Figura 9 – Especificações técnicas de um módulo fotovoltaico) permite identificar o ponto máximo de potência (MPP) em condições ideais, mas com interferências externas (exemplo: sombreamento) estes valores variam significativamente, como se pode verificar na figura seguinte.

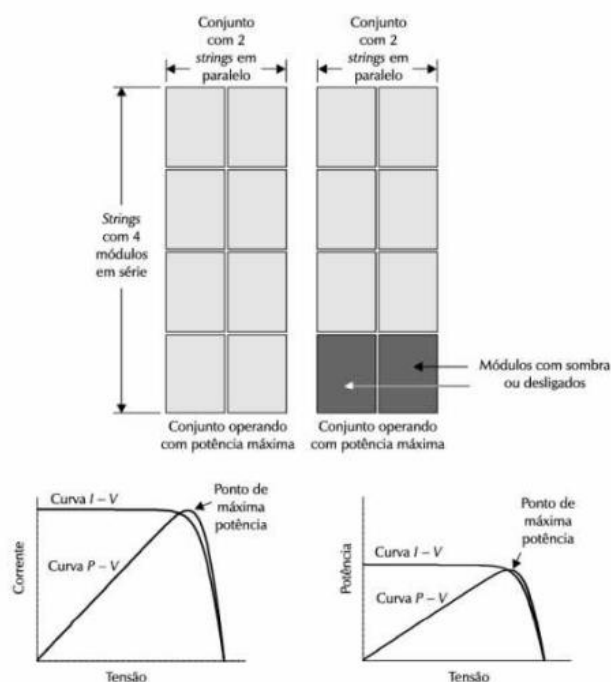


Figura 15 - Efeito de sombreamento num sistema solar fotovoltaico na variação da I-V  
(Fonte: Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos e aplicações, 2012)

Devido a esta variação, os inversores são dimensionados para identificar constantemente o controlo por MPPT, permitindo assim retirar maior rendimento da produtividade do sistema. Este mecanismo de controlo atua no sistema CC – CC (Corrente Contínua), identificando através de algoritmos a intensidade de corrente e as tensões máximas em que os módulos solares fotovoltaicos geram energia na potência máxima, potencializando, deste modo, todo o sistema e evitando perdas das células.

**É importante realçar que as questões de sombreamento têm um impacto bastante significativo na produção de energia elétrica. No entanto, este impacto poderá ser maior ou menor de acordo com a metodologia utilizada pelo projetista em termos de ligação dos painéis solares fotovoltaicos e tecnologia do inversor a aplicar.**

Na tabela seguinte apresenta-se de uma forma resumida uma comparação entre o inversor do tipo “String” e o inversor do tipo “Multi-String”.

Tabela 6 – Comparação resumida entre inversores String e Multi-String

Características	String	Multi-String
Nº de entradas	1	> 1
Tipo de ligação dos painéis solares	Série e/ou paralelo	Série e/ou paralelo
Corrente admissível entre painéis solares	-	+
Efeito do sombreamento*	+	-
Ligação de baterias de armazenamento	Não	Não
Na falta de energia elétrica da RESP	O sistema deixa de funcionar	O sistema deixa de funcionar

**Código de cores:**

**Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Cinzeno:** característica igual.

\* O efeito de sombreamento pode ser atenuado com o inversor multi-string. No entanto, estará sempre dependente do tipo de ligação que o instalador realizar entre os painéis solares fotovoltaicos.

### 2.1.4.2. Inversor Híbrido

O inversor híbrido é um inversor que utiliza a tecnologia do inversor descrito anteriormente para a conversão da energia elétrica DC (Corrente Contínua) para energia elétrica AC (Corrente Alternada). Todavia, a sua grande diferença é permitir a ligação de baterias para o armazenamento da energia elétrica proveniente dos painéis solares fotovoltaicos (podendo alguns inversores ter também a capacidade de carregar as baterias através de energia elétrica da RESP).

Com a instalação de um inversor híbrido o autoconsumidor pode optar, dependendo da capacidade das baterias de armazenamento, de se encontrar ligado (*on-grid*) ou desligado (*off-grid*) da RESP.

Estes inversores são constituídos por 2 portas de entrada (no mínimo), sendo uma delas bidirecional para permitir a operação do banco de baterias e pelo menos uma saída AC de forma a alimentar os equipamentos da instalação de utilização (exemplo: circuito de iluminação e tomadas).

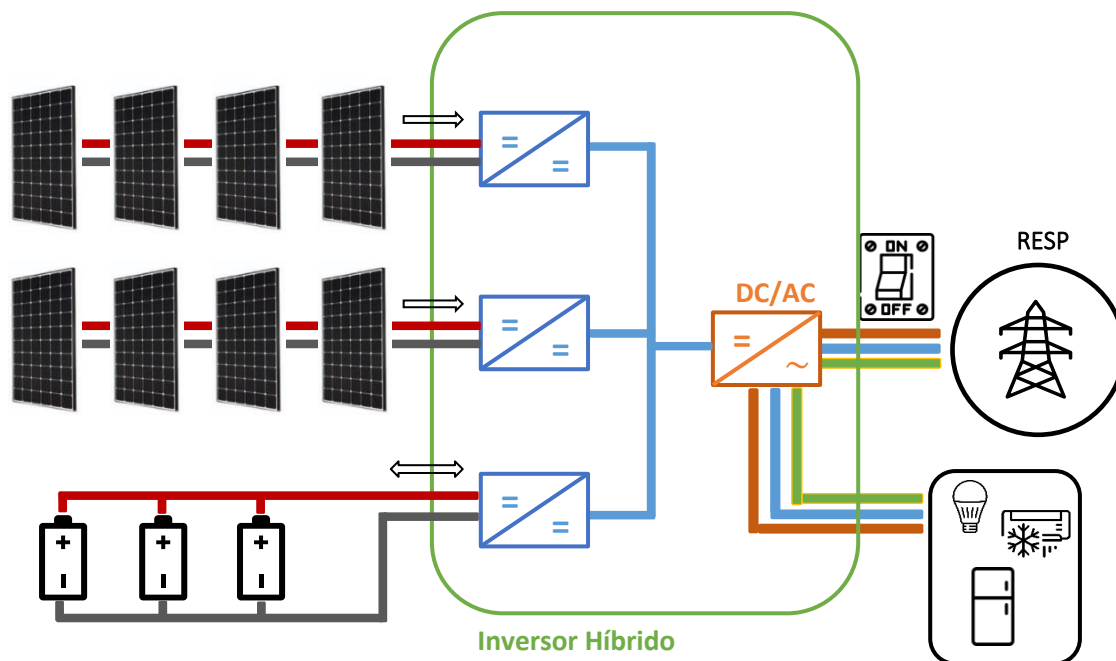


Figura 16 - Sistema solar fotovoltaico com inversor híbrido e baterias

**Os inversores híbridos têm de ser obrigatoriamente ligados ao quadro elétrico geral da instalação de utilização (exemplo: numa habitação será o quadro geral de baixa tensão existente).**

É de referir, que a metodologia de operação de um sistema solar fotovoltaico com inversor híbrido, depende da marca e modelo do inversor, devendo o projetista analisar a sua aplicabilidade.

Para uma melhor perceção do funcionamento de um sistema com baterias acopladas, apresentamos, seguidamente, a descrição de operação tendo em consideração a figura anterior:

- ☀ 1. A energia gerada pelos painéis solares fotovoltaicos num determinado intervalo de tempo tem como principal destino os equipamentos de consumo existentes; Durante as horas de sol:



- a. **Consumo inferior à produção** - a energia excedente será utilizada para o carregamento de baterias. Se as baterias se encontrarem carregadas na sua totalidade o excedente será entregue à RESP;
- b. **Consumo superior à produção** - será utilizada a energia das baterias em conjunto com a produção de energia dos painéis solares fotovoltaicos de forma a garantir as necessidades de consumo para esse instante de tempo;
- c. **Consumo superior ao sistema “fotovoltaico + baterias”** - será também consumida energia do comercializador de energia elétrica contratado de forma a colmatar as necessidades nesse instante de tempo.



2. Durante as horas sem sol:

- a. **Consumo inferior à energia armazenada nas “baterias”** - só será utilizada a energia proveniente das baterias;
- b. **Consumo de energia superior à energia “armazenada” ou baterias sem carga** - será utilizada a energia do comercializador de energia elétrica contratado para colmatar a energia elétrica em falta para o consumo nesse instante de tempo.

### 2.1.4.3. Micro-Inversor

O micro-inversor é uma tecnologia de inversor que tem ganho nos últimos anos a confiança dos projetistas. A sua função é igual à do inversor de tipo “String”, isto é, converte a energia elétrica gerada em DC para AC.

Este equipamento pode ser ligado diretamente a cada módulo solar fotovoltaico ou a vários módulos, dependendo da tensão de entrada com que este equipamento esteja dimensionado.

A principal vantagem da sua aplicação, em comparação com as anteriores tecnologias descritas, está relacionada com questões de:

- **Sombreamentos nos módulos solares fotovoltaicos;**
- **Limitações na localização da instalação do inversor;**
- **Maior rendimento do sistema.**

Seguidamente escreve-se cada uma destas vantagens.

#### 1. Sombreamento

Ao contrário do sistema fotovoltaico com inversor do tipo “string”, que se rege pelo painel solar fotovoltaico de menor produção, isto é, caso um painel solar fotovoltaico se encontre a produzir menos energia que todos os outros, é este painel que todo o sistema tomará como padrão.

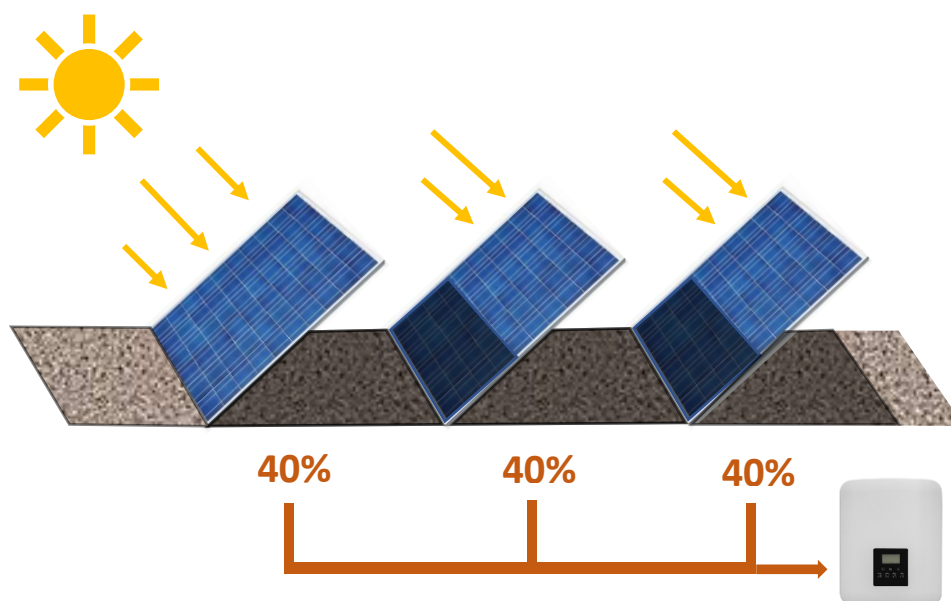


Figura 17 - Exemplo de rendimento de um sistema solar fotovoltaico com inversor do tipo “string” em sombreamento

No sistema que incorporar micro-inversores, a geração de energia elétrica é independente em cada painel (caso exista um micro-inversor em cada painel) o que permite minimizar efeitos externos e maximizar a geração de energia em caso de falha em um dos painéis.

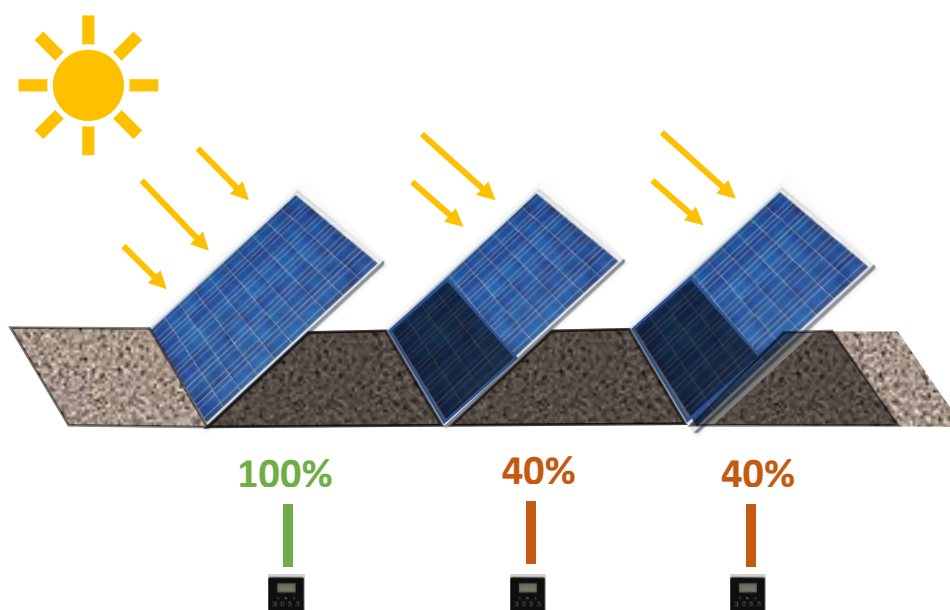


Figura 18 - Exemplo do rendimento de um sistema solar fotovoltaico com inversores do tipo “micro-inversor” em sombreamento

De uma forma resumida, analisando as figuras anteriores, na UPAC com inversor híbrido (Figura 17) a potência máxima do sistema será de 40% para todos os painéis e na UPAC com micro-inversor (Figura 18), a potência será por painel (100%, 40%, 40%) conseguindo este obter um maior rendimento do sistema.

## 2. Localização de instalação

A localização para a instalação do inversor do tipo “String” deve ser validada pelo proprietário e pelo instalador, tendo em consideração:

- Possíveis barulhos “parasitas” do inversor;
- Distância entre os painéis solares fotovoltaicos e inversor;
- Altura de instalação para acesso fácil, de acordo com as Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT);
- Enquadramento “estético”.
-

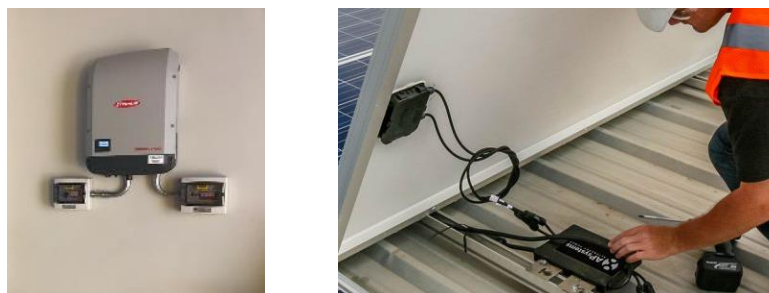


Figura 19 - Exemplo de inversor “string” (esquerda) vs. micro-inversor (direita)  
Fonte (sunosolar)

Conforme se pode verificar na figura anterior, o inversor do tipo “String” obriga a uma maior área de instalação, devido às dimensões do inversor e respetivo “quadro de proteções elétricas” a considerar, caso o quadro elétrico geral da IU não tenha espaço para instalação desses equipamentos (exemplo: fusíveis e disjuntor). Já os “micro-inversores”, podem ser instalados sob o painel solar fotovoltaico, dispensando a necessidade de validação da localização da instalação por parte do proprietário.

### 3. Rendimento do sistema

Em termos de rendimento, tendo em consideração que o *micro-inversor* pode trabalhar de uma forma isolada, por painel solar fotovoltaico, a energia que o sistema pode gerar poderá ser superior a um sistema com inversor do tipo “string” que opera sobre a totalidade dos módulos solares fotovoltaicos. Por este facto, a produção de energia neste sistema poderá trazer benefícios. No entanto, se as condições técnicas estiverem reunidas a instalação de um inversor do tipo “string” pode trazer vantagens em relação a um “*micro-inversor*” sendo esta uma decisão do projetista.

## 2.1.4.4. Comparação resumida entre tecnologias

De uma forma resumida apresenta-se seguidamente a comparação entre tecnologias de inversores:

Tabela 7 – Comparação resumida entre inversores

Características	String ou multi-string	Híbrido	Micro-inversor
N.º de entradas	1 ou >1	1 ou >1	1 ou >1
Tipo de ligação dos painéis solares	Série e/ou paralelo	Série e/ou paralelo	Série e/ou paralelo
Efeito do sombreamento	+	+	-
Preparado para fornecer energia a baterias	Não	Sim	Não
Rendimento do sistema	-	-	+
Área de instalação	+	++	-
Distribuição entre fases da habitação	Trifásico e monofásico	Trifásico e monofásico	Trifásico e monofásico
Identificação de problemas num painel solar fotovoltaico	-	-	+
Na falta de energia elétrica da RESP	Deixa de funcionar	Pode continua a funcionar	Deixa de funcionar

Código de cores:

**Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Cinzeno:** característica igual.

O proprietário da instalação de consumo, no caso de o quadro elétrico ser trifásico, poderá junto de um eletricista, verificar se a passagem para monofásico é mais vantajosa, tendo este de apresentar as implicações da alteração (custos e/ou alteração de equipamentos).

Os inversores monofásicos do tipo *String*, para além de serem mais baratos que os sistemas trifásicos, permitem que a distribuição da produção de energia seja igual em toda a habitação, ao passo que nos sistemas trifásicos essa distribuição é realizada por fase (L1, L2, L3), podendo existir uma maior sobrecarga numa das fases.

É de salientar que alteração de trifásico para monofásico implica que caso se pretenda num futuro a instalação de um carregador para veículo 100% elétrico, a velocidade de carregamento poderá ser reduzida.

É importante ainda referir que:

#### **Inversores de tecnologia String (string / multi-string / híbridos):**

Num sistema solar fotovoltaico os painéis devem ser todos da mesma marca, modelo e potência, pelo facto de o inversor tomar como padrão na geração de energia, o painel de menor produção.

Fica assim retirada uma dúvida frequente nas redes sociais, sobre a possibilidade de se poder instalar painéis solares fotovoltaicos de diferentes potências, por o sistema somar as potências dos painéis, o que não é verdade, conforme se descreveu nesta secção.

Deverá ter ainda em consideração que:

1. A energia gerada nos painéis solares fotovoltaicos não chega na sua totalidade aos equipamentos consumidores pelo facto do inversor ter um *rendimento* que resulta das perdas pela conversão de corrente, DC para AC.
2. Alta eficiência/rendimento (entre os 95% e 98%);
3. Sempre que este equipamento esteja interligado com a RESP, tem de estar homologado e disponível em [lista divulgada pela DGEG](#) e ligado de acordo com as proteções elétricas definidas no [“Guia Técnico das Instalações Elétricas de Produção Independente de Energia Elétrica anual de Ligação à RESP”](#) e o [“Manual de Ligação à rede elétrica de serviço público”](#).

**Sempre que existe uma falha de energia elétrica, está previsto na lei que o inversor deixe de funcionar, isto é, a UPA terá de deixar de gerar energia para a IU. Esta razão deve-se a questões de segurança elétrica para a RESP e só se aplica às UPAC ligadas à RESP ou que injetem energia na RESP.**

**Nas UPAC com baterias, em caso de falha de energia a IU poderá receber energia destas, no entanto, não poderá existir qualquer injeção na RESP.**

**Fica assim esclarecida a razão pela qual a UPAC deixa de gerar energia em caso de falha de energia elétrica.**



## 2.1.5. Baterias para armazenamento de energia elétrica

A instalação de baterias tem como objetivo armazenar a energia excedente do sistema fotovoltaico e usar a mesma sempre que necessário.

Porém, nem sempre é fácil tomar a decisão para a instalação destes equipamentos devido ao seu investimento inicial e respetivos anos de vida útil, média de 12 anos.

Nos últimos anos, o preço destes equipamentos tem vindo a diminuir, permitindo assim que cada vez mais o consumidor opte por esta solução.

De uma forma resumida, apresenta-se seguidamente as três principais tecnologias (ano 2022) no mercado:



- **Gel:** são dimensionadas para instalações onde existem correntes de arranque elevadas, provocando descargas mais rápidas. São utilizadas na sua maioria em instalações onde existe um consumo elevado em curtos períodos, sendo uma tecnologia bastante estável em altas temperaturas comparando com a tecnologia AGM.



- **AGM (Absorbent Glass Mat, fibra de vidro absorvente):** são constituídas por chumbo-ácido e não requerem manutenção. Conseguem disponibilizar de uma forma rápida a potência necessária ao sistema e têm tendência em não aquecer tão rápido como as baterias de Gel. Esta tecnologia é dimensionada na sua generalidade para ter uma maior tolerância em descargas rápidas.



- **Lítio:** são dimensionadas para carregamentos mais rápidos que as anteriores tecnologias, permitindo cargas e descargas completas durante um número elevado de ciclos e mantendo um elevado rendimento (em média, ao fim de 6000 ciclos o rendimento é de 90%).

**A determinação deste equipamento é da responsabilidade do projetista e depende das especificações de cada fornecedor.**

**A determinação da tensão de operação das baterias com o inversor é da responsabilidade do projetista por depender do tipo de inversor a instalar (exemplo: 12 V, 24 V, 48 V).**

Para um melhor entendimento sobre este tipo de equipamentos, seguidamente faz-se referência a algumas características técnicas a ter em consideração na escolha e a alguns cuidados na instalação.

## Ciclos de vida

Os ciclos de vida são um parâmetro que tem em consideração o número de descargas que uma bateria pode realizar durante a sua vida útil, isto é, até perder uma percentagem significativa da sua capacidade e ser dada como inapta.

**Quanto maior o número de ciclos de vida de uma bateria, maior será a sua vida útil. No entanto, apesar de uma bateria poder realizar um elevado número de ciclos, tal poderá também contribuir para a redução da sua vida útil, por falta de cuidados necessários a ter em consideração de forma a serem alcançados os valores indicados pelo fabricante.**

Seguidamente apresenta-se a relação entre capacidade (%) e n.º de ciclos de vida de uma bateria de tecnologia Gel, de um fornecedor de mercado.

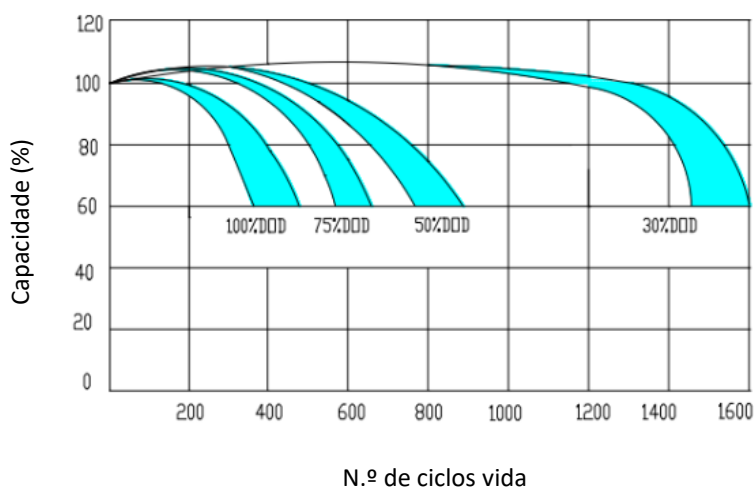


Figura 20 - Exemplo de relação entre capacidade e n.º de ciclos de vida de uma bateria de tecnologia Gel, para uma tensão de flutuação de  $13,65 \pm 0,01$  V e uma temperatura interior de  $25^{\circ}\text{C}$

## Tensão de flutuação

A tensão de flutuação é uma característica fundamental para o bom funcionamento e maior tempo de vida útil. Alterações significativas na tensão das baterias provocam degradações nos materiais que a constituem, devendo a variação da tensão nunca ser superior em cerca de  $\pm 0,2$  V.

Quanto menor for a tensão na bateria, mais rapidamente esta descarrega, pelo que é de grande importância que o projetista, para o seu dimensionamento, identifique os equipamentos de consumo e a respetiva parametrização para a sua descarga.

Seguidamente apresenta-se uma relação entre tensão e tempo de descarga, numa bateria de tecnologia Gel, de um fornecedor de mercado:

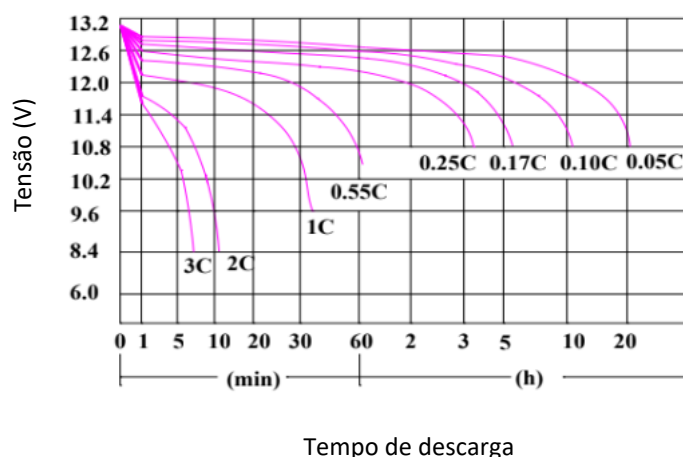


Figura 21 - Exemplo de relação entre Tensão vs. Tempo de Descarga de uma bateria de tecnologia Gel, para uma temperatura interior de 25 °C

Para o dimensionamento das baterias, o fator de carga e descarga é fundamental, pois este irá determinar a vida útil das mesmas e tem em consideração diferentes variáveis como já foi apresentado nas descrições anteriores, que podem ser controladas pelo utilizador e outras que dependem dos materiais de construção deste equipamento.

Sendo esta característica definida nos testes do fabricante e na tecnologia empregue, nas baterias de gel o valor de descarga deve ser parametrizado para valores superiores a 20% e inferiores a 80%, dependendo sempre das especificações e recomendações.

Quando maior for a descarga ou carga numa bateria, maior é a temperatura de funcionamento, degradando-se assim o seu tempo de vida útil.

Em seguida apresentamos um exemplo de descarga, tendo em consideração a tecnologia de baterias de um fabricante:

Tabela 8 – Exemplo de capacidade de uma bateria em função do tempo de descarga

<b>Tempo de descarga (Corrente constante)</b>	<b>Tensão final V</b>	<b>AGLM %</b>	<b>Gel %</b>
20 h	10,8	100	100
10 h	10,8	92	87
5 h	10,8	85	80
3 h	10,8	78	74
1 h	9,6	65	62
30 min	9,6	55	51
15 min	9,6	42	38
10 min	9,6	38	34
5 min	9,6	27	24

Deste modo, a capacidade diminui com uma potência de descarga crescente, podendo ser ainda mais acentuada a uma carga de potência constante, como um inversor.

A tabela anterior tem em consideração uma descarga profunda de 20 h, isto é, uma corrente de descarga constante de 0,05 C (“C” Capacidade).

## Espaçamento

O espaçamento entre baterias é uma prática que tem de ser considerada pelo instalador, pelo facto de existir a necessidade de dissipação do calor gerado por estas de uma forma espontânea e “natural”, inibindo-se assim passagens térmicas entre si.

Deste modo, deve considerar-se um espaçamento mínimo entre baterias e paredes de 1 cm.

**As baterias não devem ser instaladas por baixo do inversor (exemplo baterias AGM) pelo facto de operam a temperaturas elevadas o que pode provocar a libertação de vapores prejudiciais ao inversor.**

## Ligação entre baterias (banco de baterias)

A ligação entre as baterias é concebida pelo projetista e executada pelo instalador, podendo ser em série e seguidamente em paralelo de forma a maximizar a potência de armazenamento a fornecer aos equipamentos de consumo, respeitando sempre as especificações do inversor instalado.

A secção destes cabos comparada com a dos cabos que ligam os painéis solares fotovoltaicos em nada se pode comparar. Para baterias, a secção dos cabos terá de ser dimensionada pelo projetista de forma a validar que estes comportam a intensidade de corrente que irá passar nos mesmos, podendo, na maioria dos casos, variar entre os 25 mm<sup>2</sup> e os 50 mm<sup>2</sup> (quanto maior for a secção do cabo, maior a corrente que pode transportar sem aquecer).

**A instalação de um cabo com secção abaixo da recomendada para a corrente de transporte, irá gerar altas temperaturas, podendo até provocar um incêndio.**

**O sobredimensionamento da secção irá apresentar custos acrescidos desnecessários.**

## Resumo comparativo de aspetos relevantes em baterias

Conforme apresentado, o projetista deve dimensionar as baterias a instalar tendo em consideração as necessidades de consumo da habitação e respetiva “banda de proteção” de carga e descarga de forma a aumentar o tempo de vida útil das mesmas. Na sua maioria, esta “banda de proteção” deve encontrar-se entre os 20% da sua carga mínima e até 80% da sua carga máxima, isto é, para uma bateria de 6kW só deverá ser utilizado 60% da sua potência (3,6kW), ampliando-se assim a vida útil das mesmas.

Seguidamente, apresenta-se uma comparação simplificada de aspetos a ter em conta nas tecnologias de baterias apresentadas:

Tabela 9 – Comparação resumida entre baterias

Características	AGM	Gel	Lítio
Vida Útil anos (média)	7	10 a 12	20
Manutenção à bateria	Não	Não	Não
Utilização em equipamentos de consumo reduzido de arranque (ex.: iluminação)	Sim	Sim	Sim
Utilização em equipamentos de consumo elevado de arranque (ex.: máquina de lavar e secar)	Sim	Sim	Sim
Ciclos de descarga	Alto	Médio	Muito alto
Efeito com o aumento da temperatura	+	-	--
CUSTO	-	+	++

**Código de cores:**

**Verde:** característica superior;

**Amarelo:** característica intermédia;

**Vermelho:** característica inferior;

**Cinzeno:** característica igual.

A tabela apresentada tem apenas em consideração a tecnologia no seu geral, podendo a mesma variar de acordo com a tecnologia utilizada pelo fabricante (exemplo: GEL ou AGM de ciclo profundo). Consulte sempre as especificações do fabricante.

## 2.1.6. Contador Totalizador

De acordo com a legislação em vigor, [Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro](#), para uma UPAC de potência igual ou superior a 4 kW é obrigatório a instalação de um "**Contador Totalizador**", independentemente da tecnologia utilizada (solar fotovoltaico, eólico, entre outras, desde que seja de fonte renovável). A sua instalação deverá ser realizada logo após a saída do inversor, permitindo deste modo a contagem de toda a energia gerada pela UPAC.

**É um equipamento que tem de ser instalado pelo técnico instalador, sendo o seu custo suportado pelo consumidor/proprietário, ou seja, deverá estar refletido na proposta a apresentar.**

**Informa-se ainda que a comunicação com o ORD é realizada através de GSM, tendo de ser contratado, adicionalmente, um serviço de dados com um operador de telecomunicações.**



*Figura 22 - Exemplo de contador totalizador disponível no mercado  
(Fonte: rolearmais.pt)*

O custo deste equipamento pode variar entre os 200 € e os 500 €.

A listagem dos equipamentos elegíveis para instalação encontra-se na página da E-Redes ([ver aqui](#)).

## 2.1.7. Contador Bidirecional

Após o registo no portal da DGEG (ver ponto 2.5), será comunicado ao Operador de Rede (ORD) que existe uma nova UPAC com ou sem injeção na RESP.

Seguidamente, o ORD irá validar se terá de efetuar a alteração do contador de consumo existente por um contador inteligente (bidirecional).

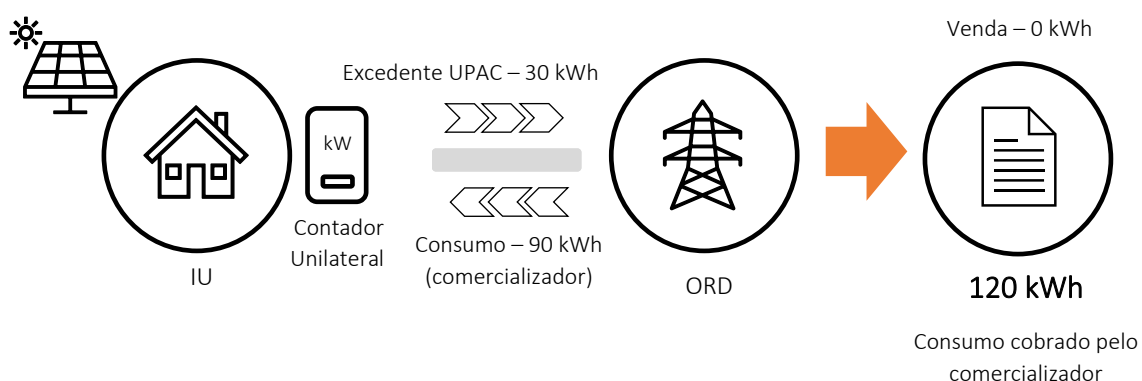


O registo da UPAC no portal da DGEG permite informar o ORD da necessidade de alteração do contador de energia, evitando-se situações de dupla contabilização da energia elétrica (consumida e produzida).

A UPAC só deverá entrar em funcionamento após o registo na DGEG e a confirmação por parte do ORD de como o contador instalado permite a contabilização da energia consumida e injetada, evitando-se assim o aumento da fatura de energia para o autoconsumidor.

Na Figura 23 apresenta-se como é efetuada a contabilização de energia elétrica num contador unilateral e/ou UPAC não registada na DGEG, e um contador bidirecional e UPAC registada na DGEG:

### Contador Unilateral



### Contador Bidirecional

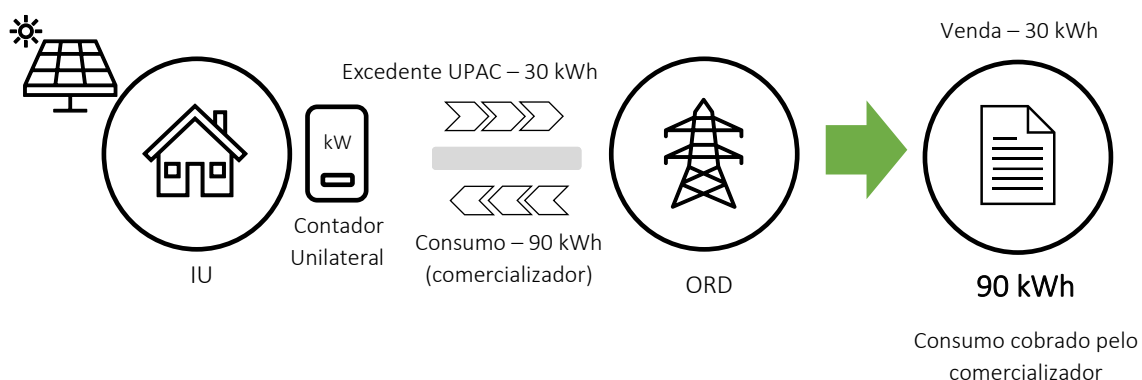


Figura 23 - Ilustração da contabilização de consumo obtida por tipo de contador existente

O custo de alteração do contador de energia elétrica existente é da responsabilidade do ORD, sendo gratuita para o autoconsumidor.

No entanto, o ORD pode cobrar pelo serviço prestado no caso do proprietário da UPAC solicitar a sua instalação com urgência.

Tendo em consideração que é o ORD que informa o comercializador da energia elétrica dos consumos a faturar por este, após a instalação, a primeira e segunda fatura de energia elétrica podem não refletir valores corretos devido aos acertos de leitura.

Caso a terceira fatura não reflita os valores de consumo e excedente, o autoconsumidor deverá entrar em contacto imediato com ORD, pedindo a verificação dos consumos através do telefone **808 100 100** ou **218 100 100** ou apresentar uma reclamação por escrito [aqui](#).

É de realçar, que o envio dos consumos para a faturação dos valores reais deixa de ser necessário, por este contador já efetuar essa leitura, podendo o autoconsumidor ter acesso a essa informação de 15 em 15 minutos no portal do seu ORD (exemplo: [E-REDES](#)) desfasados no tempo, pelo menos 24h.

Caso o autoconsumidor pretenda aceder aos dados do contador do ORD em tempo real, terá de pedir a este a ativação da porta de comunicação HAN (Home Area Network) que se encontra no contador bidirecional, e adquirir um equipamento de leitura de dados que aceite o protocolo de comunicação para acesso à informação através de uma APP ([ver aqui mais informações](#)).

É de notar que o contador de energia elétrica do ORD contabiliza a energia de 15 em 15 minutos, no entanto, muitas são as dúvidas que surgem nas redes sociais de como é contabilizada essa energia, isto é, se for consumida energia durante um período inferior a 15 minutos como é contabilizado essa energia.

#### **Apresentamos um exemplo.**

Ao ser ligado um equipamento elétrico de 2000W de potência durante 2 minutos a energia elétrica contabilizada no contador será:

Energia consumida =  $2000\text{Wh} \times 2\text{mts} / 60\text{mts} = 66,67\text{Wh} = 0,067\text{kWh}$  nesses 2 minutos em que esteve a funcionar.

Na próxima contagem de energia, o contador irá somar a energia consumida que ocorreu durante esses 15 minutos, isto é, se o contador tem uma contagem de 230kWh na próxima terá: 230,067kWh.

**Fica assim esclarecido como o contador de energia elétrica do ORD contabilizada a energia numa IU.**

## 2.1.8. Configurações possíveis de instalações de sistemas fotovoltaicos

Conforme já referido, a partir de uma potência de 4 kW é necessária a instalação de um contador totalizador. De forma exemplificativa, seguidamente apresenta-se ao leitor uma possível configuração da UPAC para potências inferiores e acima de 4 kW:

### Potência do sistema solar fotovoltaico inferior a 4 kW (monofásico)

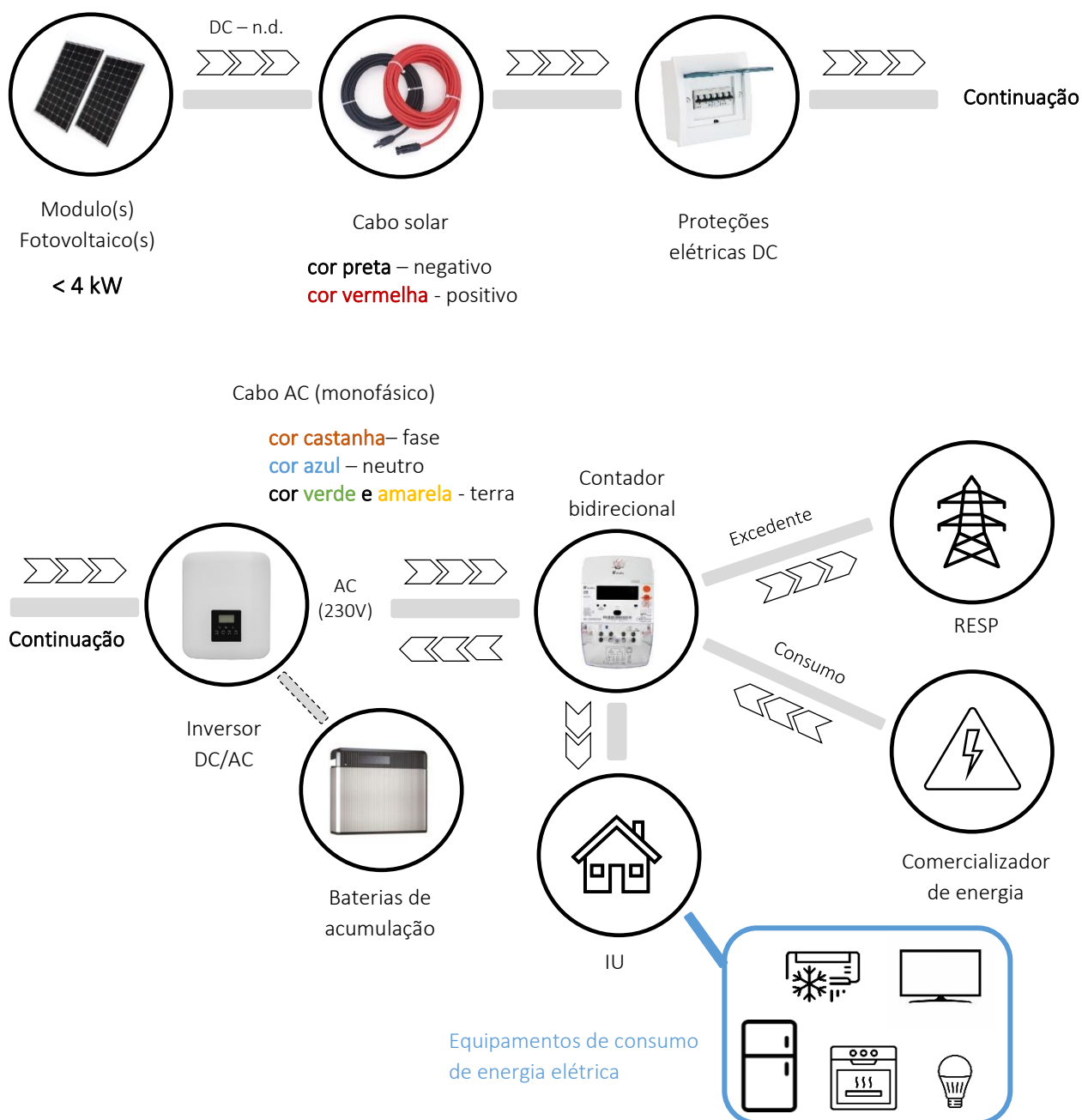


Figura 24 - Exemplo de sistema solar fotovoltaico monofásico para potências instaladas < 4 kW e ligação à RESP

**Potência do sistema solar fotovoltaico igual ou superior a 4 kW e inferior a 30 kW (monofásico)**

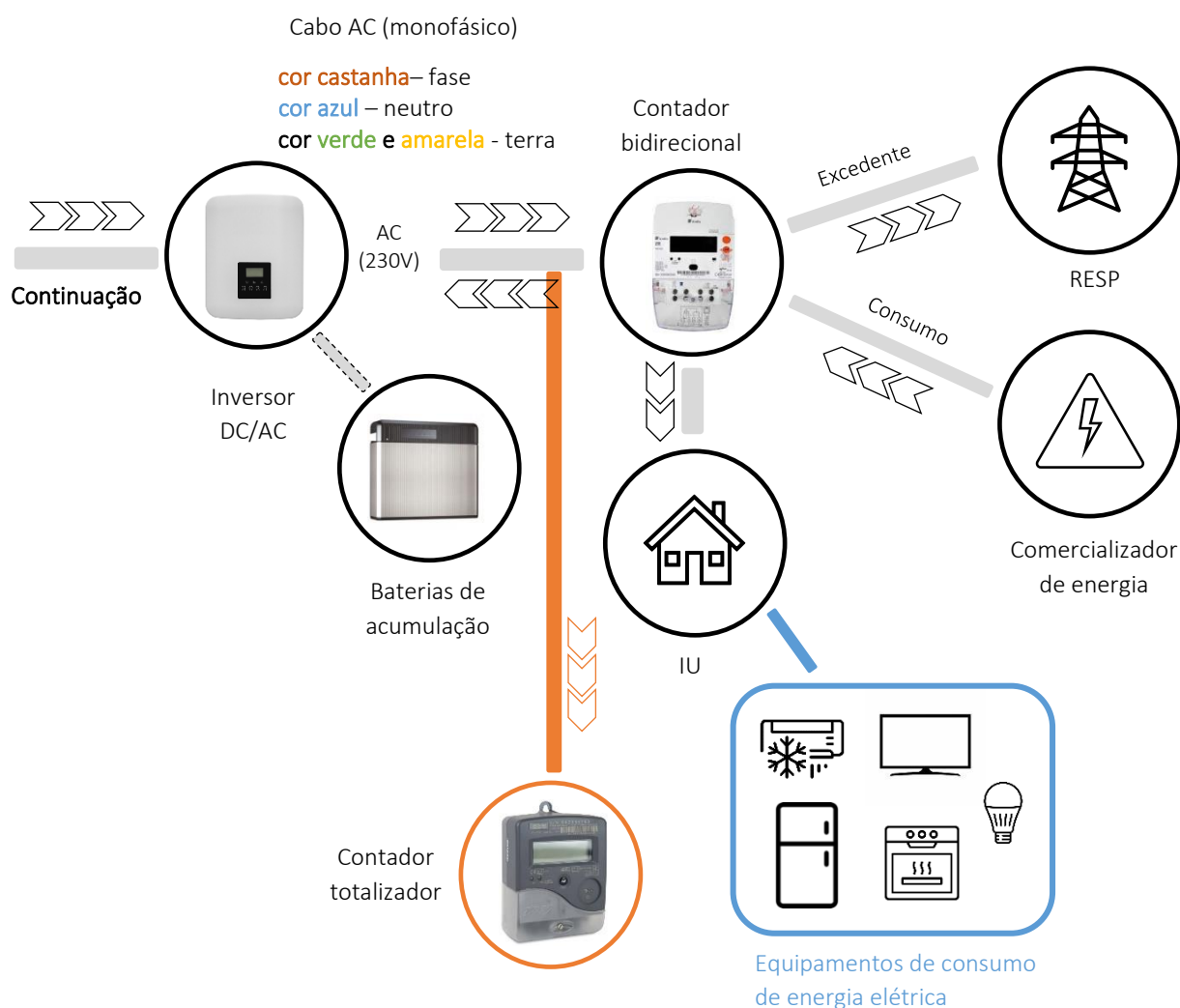
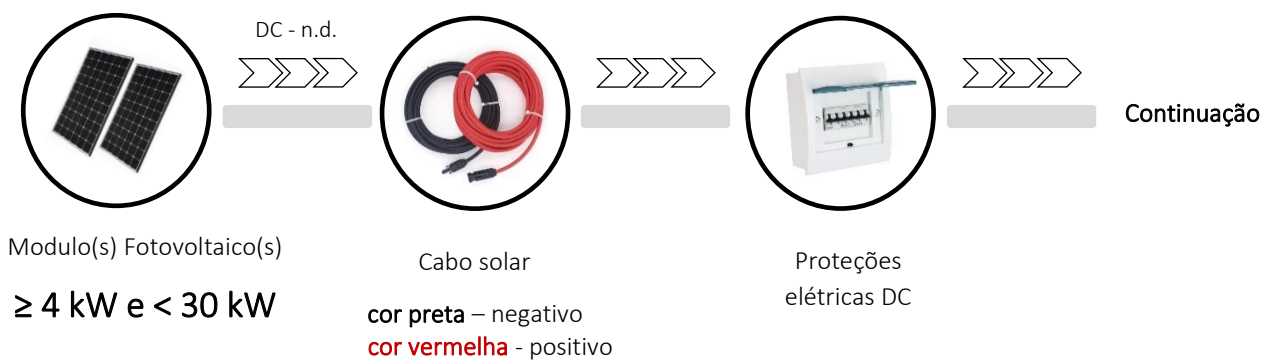


Figura 25 - Exemplo de sistema solar fotovoltaico monofásico de potência instalada  $\geq 4 \text{ kW e } < 30 \text{ kW}$  e ligação à RESP

## 2.2. Como posso avaliar a potência da UPAC a instalar?

Para o projetista determinar a potência da UPAC a instalar, deve pelo menos:

- Identificar os equipamentos de consumo existentes;
- Ter acesso às faturas de energia elétrica (nos diferentes períodos de faturação) do último ano completo ou aos dados do ORD de 15 em 15 minutos;
- Avaliar hábitos de consumo existentes (através de um inquérito com 3 a 4 questões simples).

Exemplo das questões: Encontra-se em teletrabalho? Quantas vezes por semana liga os equipamentos de maior consumo? Pretende instalar um carregador para mobilidade elétrica no futuro? Como são os seus consumos no verão e no inverno?

O levantamento dessa informação deverá determinar o consumo da instalação ao longo de um ano.

Como exemplo:

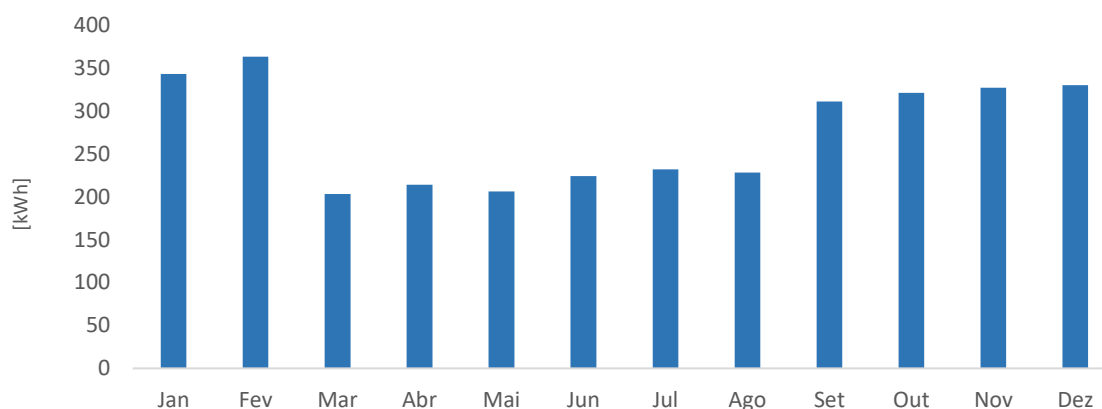


Figura 26 - Desagregação dos consumos de energia elétrica num ano

**Sempre que possível o projetista deverá trabalhar com os dados do ORD (exemplo: [E-REDES](#)), que devem ser fornecidos pelo proprietário da habitação, permitindo assim uma análise dos dados reais e não de dados estimados, que podem induzir a erros devido a acertos que existam entre faturas estimadas e faturas reais.**

Seguidamente o projetista poderá se assim entender, tendo em consideração as perguntas efetuadas traçar um perfil de consumo para um dia típico de verão e inverno de forma a perceber os hábitos de consumo típicos.

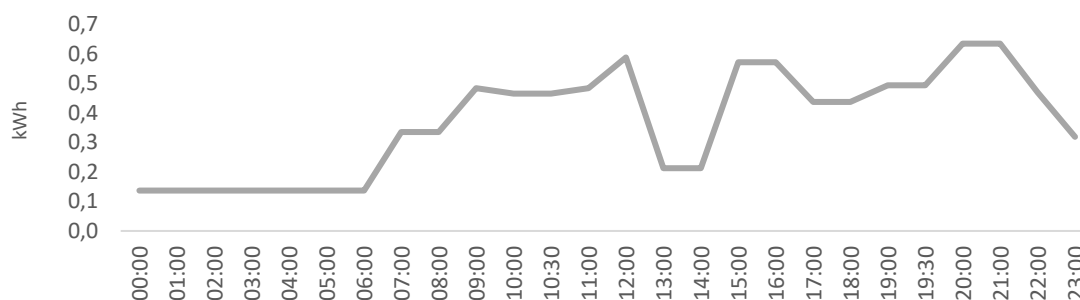


Figura 27 - Estimativa da desagregação de consumos para um dia de verão

Analisando os consumos diários estimados para um dia de consumo tipificado, o projetista poderá validar se na sua maioria os consumos:

- São efetuados dentro das horas de produção de energia elétrica

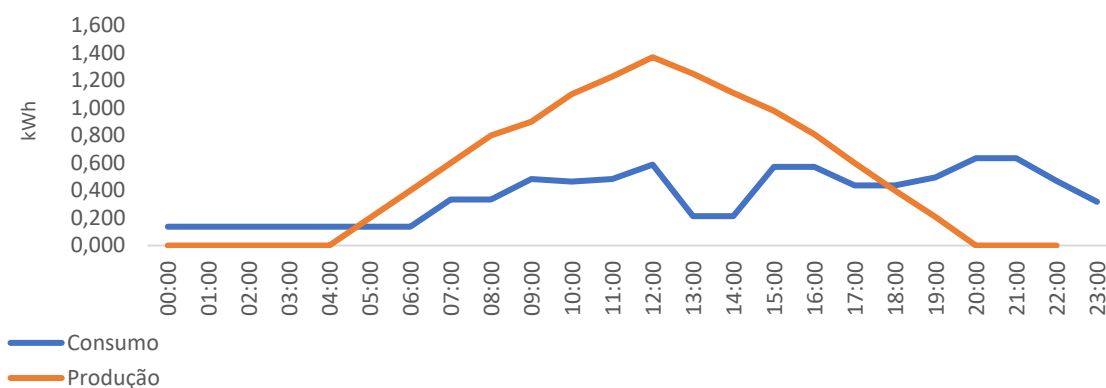


Figura 28 - Relação entre Consumo vs. Produção de um sistema solar fotovoltaico (dia útil de verão) sem consumo de equipamentos de climatização ou cozinha (exemplo: forno)

Como se pode verificar na figura anterior, para o dia em análise (dia útil de verão), a produção é superior ao consumo, podendo o proprietário da UPAC vender o excedente a um agregador do mercado.

No entanto, para determinados dias de inverno o consumo poderá superar a produção, alterando-se deste modo os perfis de consumo e produção, podendo nesses dias o autoconsumidor consumir toda a energia produzida da UPAC (sem energia excedente).

**Identificar este equilíbrio, entre consumo e produção nos meses de verão e inverno permite determinar qual a potência do sistema a instalar, evitando-se energia excedente e custos desnecessários.**

**Com a determinação da potência a instalar deverá ser apresentada uma estimativa de orçamento, permitindo assim ao cliente comparar diferentes propostas.**

**Na proposta preliminar (sem visita ao local) deve ser indicado que a mesma se encontra condicionada a uma visita técnica ao local, bem como às condições de garantia e duração da proposta.**

**Na visita ao local o instalador/projetista deve confirmar pelo menos:**

- **Comprimento dos cabos da instalação e respetivas ligações;**
- **Interferências exteriores (exemplo: sombreamentos);**
- **Estrutura para os painéis e parafusos de fixação;**
- **Identificar em conjunto com o proprietário a localização para a instalação dos equipamentos e inversor (se aplicável).**

**Aconselha-se ao instalador e proprietário a tirar fotografias da situação que existia antes e da situação após a conclusão da instalação, de modo a salvaguardar as condições de garantia bem como números de série dos equipamentos instalados.**

De uma forma resumida, não existe um padrão de potência a instalar, devendo esta ser sempre determinada, caso a caso, pelo projetista.



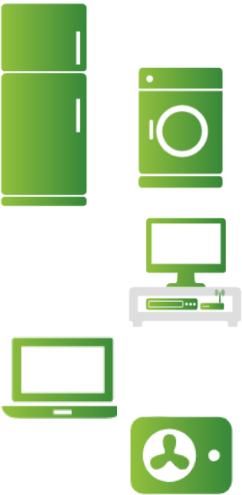
Contudo, para o leitor que queira saber que potência poderá necessitar, de forma a ter uma noção da área que terá de disponibilizar para a instalação dos painéis solares fotovoltaicos, deixamos aqui alguns exemplos na Tabela seguinte.

**Salienta-se que esta Tabela só deve ser tomada como uma mera referência, devendo sempre consultar uma empresa da especialidade para determinar qual a potência a instalar e a respetiva poupança anual. Os valores apresentados têm em consideração uma habitação com 2 adultos e 1 criança e utilização constante dos equipamentos ao longo dos dias do ano, com exceção dos equipamentos de climatização.**

**Nas instalações em que o consumo é na sua maior parte realizado ao fim-de-semana, a redução na fatura de energia é menos significativa, existindo, neste caso, um maior excedente que poderá ser posteriormente vendido.**



Tabela 10 – Potência estimada a instalar numa habitação

Equipamentos	N.º de equipamentos e Classe Energética	Potência UPAC (estimado) kW	Redução (estimada) [€/ano]	Área (m <sup>2</sup> )
	<p>1 Frigorífico: <b>A+</b></p> <p>1 TV: <b>A+</b></p> <p>N.º de equipamentos em <i>standby</i>: <b>Baixo</b></p>	0,45	70	2
	<p>1 Frigorífico: <b>A+</b></p> <p>2 TV: <b>A+</b></p> <p>1 Máquina: <b>A+</b></p> <p>2 Computadores portáteis</p> <p>N.º de equipamentos em <i>standby</i>: <b>Baixo</b></p>	1,70	150	8
	<p>1 Frigorífico: <b>A+</b></p> <p>2 TV: <b>A+</b></p> <p>1 Máquina: <b>A+</b></p> <p>2 Ar Condicionado: <b>A+</b></p> <p>1 Micro-ondas: <b>A+</b></p> <p>2 Computadores portáteis</p> <p>N.º de equipamentos em <i>standby</i>: <b>Baixo</b></p>	2,70	350	12

## 2.3. Integração da UPAC com o veículo elétrico

Cada vez mais, são os consumidores que procuram a aquisição de sistemas de geração de energia com o objetivo de utilizar a energia gerada na UPAC para o carregamento do veículo elétrico (mesmo que este só esteja planeado para um futuro próximo).

No entanto, a concretização desta interligação nem sempre é fácil de implementar pelo facto de implicar um investimento maior, e no terreno poderem existir limitações técnicas que nem sempre são possíveis de superar e em muitos dos casos para as superar é necessário um investimento bastante avultado.

Para explicarmos como estes sistemas de podem interligar é necessário que o leitor primeiro entenda como é efetuado o carregamento de um veículo elétrico numa habitação.

### Carregamento do carro elétrico

Neste momento no mercado existem 2 tipo de veículos elétricos:

1. **Híbridos Plug-In (Plug-In):** são veículos que funcionam tanto a baterias elétricas como a combustão, no entanto a distância que podem percorrer no modo elétrico é reduzida comparando com um veículo 100% elétrico, na sua maioria indica 50 km, bem como à velocidade máxima neste modo.
2. **100% elétricos (VE):** são veículos que funcionam 100% a motor elétrico, sendo a energia fornecida através de baterias elétricas.

As baterias dos veículos Plug-In variam na sua generalidade entre 11 kWh e os 19 kWh, enquanto nos VE varia entre os 17 kWh e os 100 kWh (ano de referência 2022). No entanto, tem-se verificado que a evolução tecnológica principalmente nos VE tem sido tão progressiva nos últimos 3 anos que só com uma atualização de software é possível na sua maioria otimizar as baterias (melhorando o rendimento).

Seguidamente apresenta-se de uma forma resumida uma comparação entre tecnologias de baterias de Lítio:

Tabela 11 – Comparação resumida entre baterias mais comuns atualmente no mercado

Características	NCA	NCM	LFP
Tensão nominal (V)	3,6 – 3,65	3,2 – 3,3	3,2 – 3,3
Descarga (C)	0,7	0,7 – 1	1
Carregamento (C)	1	1	1
Tensão de Corte (V)	4,2 – 4,3	4,2 – 4,3	3,6 – 3,7
Energia específica (Wh/kg)	200 – 260	150 – 220	90 – 130
Temperatura de funcionamento (°C)	150	210	270
Ciclos de vida	500	1 000 – 2 000	1 000 – 2 000 (pode ser superior)
Descarga (após um mês sem uso)	--	-	+
Temperatura ideal de carregamento (°C)	0 – 45	0 – 45	0 – 45
Temperatura de descarga (°C)	- 20 a 60	- 20 a 60	- 20 a 60
Tempo de carregamento à carga máxima (h)	--	-	+

Código de cores:

**Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Amarelo:** característica intermédia.

No entanto existem diferentes fatores que condicionam o carregamento das baterias como:

- Capacidade das baterias;
- Corrente de carregamento;
- Estado de degradação;
- Temperatura exterior;
- Temperatura interior das baterias.

Nesta secção, vamos abordar apenas as 2 primeiras características, encontrando-se as restantes no Capítulo II do presente Guia II:

**Capacidade das baterias:** corresponde à capacidade de energia elétrica armazenada com um carregamento completo. Esta é expressa na unidade, kWh (quanto maior a capacidade maior é a energia armazenada sendo equivalente à quantidade de litros de um depósito a motor de combustão).

Deste modo, o leitor facilmente compreende também que quanto maior a capacidade das baterias maior é a distância que o veículo poderá percorrer (km), o que implica que para atingir 100% da carga será necessário um maior período de tempo comparando com uma bateria de menor capacidade (para o mesmo modelo de veículo com as mesmas condições de carga e tecnologia).

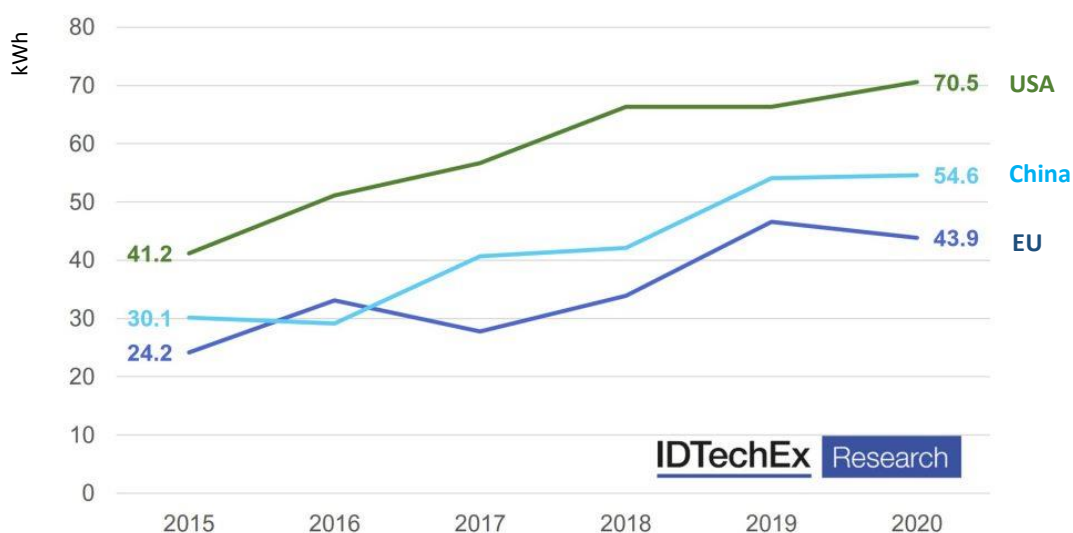


Figura 24 - Média do crescimento da capacidade de bateria, kWh, para veículos híbridos e VE nos maiores produtores de baterias (fonte: IDTechEX)

**Corrente de carregamento (neste guia vamos somente focar a corrente numa habitação):** A corrente de carregamento do veículo elétrico varia de acordo com o tipo de carregador do veículo e a sua capacidade de receber uma determinada corrente elétrica.

Os veículos Plug-In, na sua maioria estão dimensionados para uma corrente de carregamento máxima inferior à de um VE. Esta é uma das razões pela qual estes veículos não conseguem carregar em todos os postos de carregamento elétricos ,quando maior a corrente elétrica menor é a probabilidade de poder carregar, levando a surgir uma luz vermelha no veículo informando assim ao utilizador que a corrente do posto de carregamento é superior à corrente para que foi dimensionado.

Esta também é uma das razões pela qual não se justifica na maioria dos casos o investimento numa “wallbox” em habitações para veículos Plug-In, para além das baterias serem de menor capacidade comparando com um VE, o que já não acontece para os VE.

Os carregadores elétricos portáteis que acompanham os veículos (Pug-In e VE), na sua maioria possibilitam ao utilizador selecionar a corrente de carregamento, podendo esta variar na sua generalidade entre os 6A e os 16A.

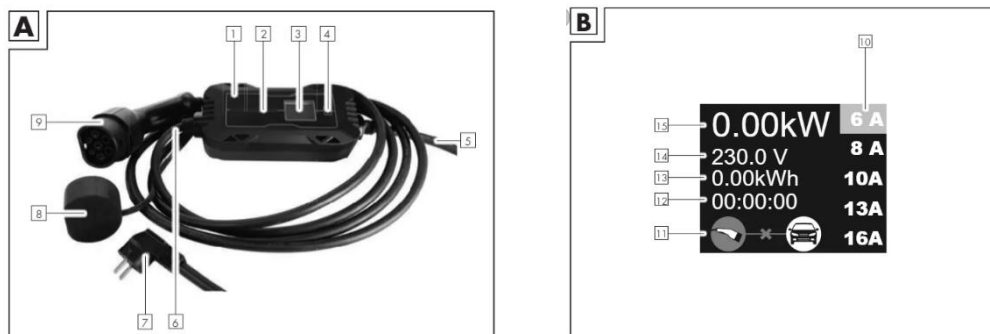


Figura 25 - Exemplo de carregador portátil para veículo Plug-In e VE para uma tomada monofásica  
(fonte: Ultimate Speed)

É de salientar que carregadores portáteis com possibilidade de selecionar correntes superiores a 16A podem comprometer a instalação elétrica da habitação, pelo que, nunca deverá selecionar acima de 16A sem uma validação de um técnico certificado, visto que as tomadas das habitações se encontrarem na sua maioria dimensionadas para esta corrente máxima.



Monofásica  
(interior)



Monofásica  
(exterior)



Trifásica  
(interior/exterior)

Figura 26 - Exemplo de tomada numa habitação (fonte: legrand)

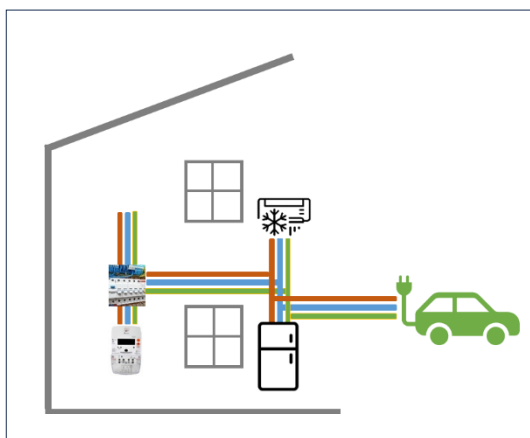
Monofásico (corrente máxima 16A, Frequência 50Hz, Tensão 220-240 V AC)

Trifásico (corrente máxima 32A, Frequência 50Hz, Tensão 220-400V AC)

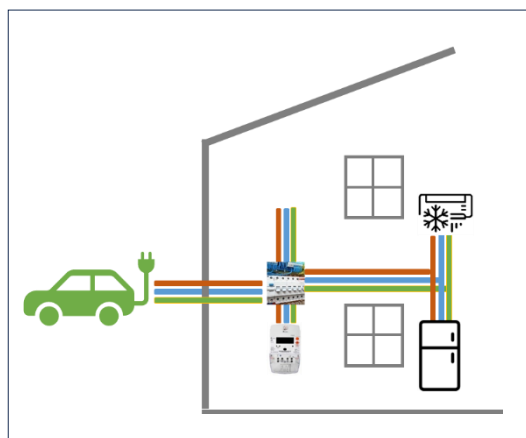
Deste modo, antes de efetuar o carregamento de veículo elétrico através de um carregador portátil, deve:

- Verificar se a toma está preparada para a corrente a fornecer;
- Verificar se o circuito elétrico que alimenta a tomada deriva para outras tomadas da habitação.

Esta análise é importante de realizar para que o utilizador seja alertado a não ligar outros equipamentos nas tomas de circuito derivado quando o carregamento é efetuado na corrente máxima, isto é, quando não existe uma tomada elétrica dedicada para o carregamento do veículo.



Circuito elétrico de carregamento VE  
COM derivação.  
(circuito elétrico monofásico)



Circuito elétrico de carregamento VE  
SEM derivação, isto é, dedicado.  
(circuito elétrico monofásico)

Figura 27 - Exemplo de circuito elétrico numa habitação

Qualquer alteração num dos equipamentos de proteção do quadro elétrico da habitação, deverá ser realizada por um electricista credência e registado na DGEG.

Dá-se nota, que na sua maioria, os equipamentos de proteção entram em proteção (desligam o circuito elétrico), pela existência de uma corrente superior à que este circuito foi dimensionado. Alterar um equipamento de proteção para uma corrente de proteção superior (de forma a aumentar a corrente elétrica do circuito), compromete significativamente a instalação elétrica de uma habitação, devido ao risco de sobreaquecimento do circuito, podendo mesmo provocar um incêndio na instalação elétrica.

É de referir ainda que estes **carregadores portáteis devem ser sempre ligados diretamente à tomada elétrica**, no entanto, se tal não for possível, a extensão elétrica a usar deverá ter uma seção mínima de 2,5mm e integrar uma proteção de sobreaquecimento (normalmente estas extensões têm integrado um botão vermelho de “reset”) evitando-se assim temperaturas excessivas que podem provocar mais uma vez, incêndios na instalação elétrica.



Figura 28 - Exemplo de extensão com proteção elétrica  
Fonte: MADER e DIALL

Já os carregadores “wallbox” que é um equipamento que tem de ser adquirido pelo proprietário e instalado por um técnico certificado e credenciado pela DGEG, possibilita correntes superiores, máximo de 32A em monofásico ou trifásico, reduzindo significativamente o tempo de carregamento de um VE.



Figura 29 - Exemplo de carregador “wallbox” para veículo Plug-In e VE  
(fonte: Ultimate Speed)

No entanto nem todas as habitações estão preparadas para receber uma corrente de 32A, obrigando na sua maioria, a investimentos por parte do proprietário no aumento da potência certificada da habitação bem como alterar a instalação elétrica da habitação, esta alteração é realizada através de um eletricista credenciado e acreditado pela DGEG.

Este técnico especializado deverá verificar a potência certificada da instalação (potência máxima para que a instalação da habitação foi dimensionada) e caso necessário pedir um aumento da potência certificada e efetuar as devidas correções elétricas para a instalação da “wallbox” (monofásica ou trifásica).

Para o pedido da potência certificada o técnico terá de contactar o ORD e submeter este pedido.

De forma resumida, apresenta-se seguidamente as principais diferenças entre a ligação de uma “wallbox” em “monofásico” e “trifásico” e um carregador portátil para uma habitação:



Tabela 12 – Comparação resumida de ligação da “wallbox” em monofásico e trifásico e um carregador portátil.

Características	Wallbox (Monofásico)	Wallbox (Trifásico)	Carregador portátil
Nº de Fases	1	3	1
Tensão nominal (V)	220 – 240	380 – 400	220 – 240
Corrente máxima (A)	32	32	16
Potência máxima (kW)	7	22	3,7
Frequência (Hz)	50	50	50
Carregamento do VE	+	++	-
Proteção (contra sobretensões)	Sim	Sim	Sim
Temperatura de trabalho (°C)	-40 a 50	-40 a 50	-40 a 50
Necessidade de um técnico certificado (para a instalação)	Sim	Sim	Não
Necessário valida a potência certificada da instalação	Sim	Sim	Não

Código de cores:

**Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Amarelo:** característica intermédia.

A tabela apresentada, tem apenas em consideração um modelo disponível no mercado, variando estas especificações de acordo com cada modelo de fabricante. Consulte sempre as especificações do equipamento antes de comprar uma “wallbox” ou “carregador portátil”.

Da tabela anterior, as três principais diferenças que devem ser tomadas em consideração são:

1. Tensão nominal;
2. Corrente;
3. Potência.

Conjugadas entre si permitem um carregamento lento ou rápido do veículo. De forma a permitir ao leitor entender a sua influência, apresentamos de seguida uma comparação entre possíveis tempos de carregamento para diferentes veículos, em diferentes potências de carregamento, que variam de acordo com a tensão nominal e corrente selecionada pelo utilizador.

Tabela 13 – Comparação resumida de um carregamento de veículo híbrido (0% a 100% da carga) e veículo elétrico (20% a 80% da carga). Na potência de 11kW e 22kW foi considerado uma ligação trifásica.

Características	Plug-In	100% Elétrico	100% Elétrico
<b>Potência da Bateria (kW)</b>	<b>11</b>	<b>55</b>	<b>75</b>
<b>Carregamento ideal %</b>	<b>0% aos 100%</b>	<b>20% a 80%</b>	<b>20% a 80%</b>
<b>Distância a percorrer (Km)</b>	<b>50</b>	<b>246</b>	<b>336</b>
<b>Horas de carregamento em diferentes potências de Carregamento</b>	<b>2,3 kW</b>	<b>5,5h</b>	<b>15h</b>
	<b>3,7 kW</b>	<b>4h</b>	<b>10h</b>
	<b>11 kW</b>	<b>3h</b>	<b>3,3h</b>
	<b>22 kW</b>	<b>-</b>	<b>1,6h</b>

A tabela apresentada, varia do modelo de cada fabricante, pelo que deve consultar as especificações de carregamento do seu veículo. No Capítulo II do presente Guia II abordam-se outros temas do carregamento.

Conforme se pode verificar, a instalação de uma “wallbox” para VE pode reduzir significativamente o tempo de carregamento, no entanto esta depende da potência certificada da instalação conforme já referido anteriormente.

Com a apresentação das variáveis que condicionam o carregamento de um veículo Plug-In e VE, pode-se agora compreender que a potência de carregamento varia de acordo com a corrente selecionada e tensão elétrica da habitação.

Após esta breve descrição das condicionantes para o carregamento de um veículo é possível ao leitor entender que é necessário balancear a geração de energia para os consumos de uma habitação mais o carregamento do veículo, implicando um investimento superior (na maioria dos casos).

Contudo, para o leitor que queira saber que potência poderá instalar, de forma a ter uma noção da área que terá de disponibilizar para a instalação de painéis solares fotovoltaicos, deixamos aqui alguns exemplos na tabela seguinte.

**Salienta-se que esta Tabela só deve ser tomada como uma mera referência, devendo sempre consultar uma empresa da especialidade para determinar qual a potência a instalar e a respetiva poupança anual tendo em consideração os consumos da habitação e utilização do veículo. Os valores apresentados têm em consideração uma habitação com 2 adultos e 2 crianças com utilização constante dos equipamentos ao longo dos dias do ano, com exceção dos equipamentos de climatização e inclusão de mobilidade elétrica.**

**Nas instalações em que o consumo é na sua maior parte realizado ao fim-de-semana, a redução na fatura de energia é menos significativa, existindo, neste caso, um maior excedente que poderá ser posteriormente vendido elevando o retorno do investimento.**

Tabela 14 – Potência estimada a instalar numa habitação para carregamento de um veículo Plug-In  
Nota: a presente tabela tem em consideração os valores apresentados nas tabelas 10 e 13

Tipo de carregador	Tensão	Potência da UPAC (sem veículo) [kW]	Área (m <sup>2</sup> )	Tipo de veículo Plug-In (11 kW)								
				Potência de carregamento [kW]	Corrente de carregamento [A]	Carregamento (0% - 100%) (h)	Potência da UPAC (com veículo) [kW]	Área (m <sup>2</sup> )	Necessidade de energia do comercializador		Excedente de energia	
									Verão	Inverno		
Carregador portátil	220 - 240	2,7	12	1,4	6	6	5,4	24	Não	Sim	+	
Carregador portátil	221 - 240			2,3	10	5,5	7,0	31	Não	Sim	++	
Carregador portátil	222 - 240			3,7	16	4	9,1	41	Não	Sim	+++	
WallBox (Monofásico)	223 - 240			1,4	6	6	5,4	24	Não	Sim	++++	
WallBox (Monofásico)	224 - 240			3,7	16	5,5	7,0	31	Não	Sim	+++++	
WallBox (Monofásico)	225 - 240			7,4	32	-	-	-	-	-	-	
WallBox (Trifásico)	380 - 400			10,5	16	3	15,5	69	Não	Não	+++++	
WallBox (Trifásico)	381 - 400			15,8	24	-	-	-	-	-	-	
WallBox (Trifásico)	382 - 400			22,0	32	-	-	-	-	-	-	

Tabela 15 – Potência estimada a instalar numa habitação para carregamento de um veículo 100% elétrico

Nota: a presente tabela tem em consideração os valores apresentados nas tabelas 10 e 13

<b>Tipo de veículo 100% Elétrico - 75kW</b>											
Tipo de carregador	Tensão	Potência da UPAC (sem veículo VE) [kWp]	Área (m <sup>2</sup> )	Potência de carregamento [kW]	Corrente de carregamento [A]	Carregamento (20% - 80%) (h)	Potência da UPAC (com veículo) [kWp]	Área (m <sup>2</sup> )	Necessidade de energia do comercializador		Excedente de energia
									Verão	Inverno	
Carregador portátil	220 - 240	2,7	12	1,4	6	35	5,4	24	Sim	Sim	-
Carregador portátil	221 - 240			2,3	10	20	7,0	31	Sim	Sim	-
Carregador portátil	222 - 240			3,7	16	13	9,1	41	Sim	Sim	-
WallBox (Monofásico)	223 - 240			1,4	6	35	5,4	24	Sim	Sim	-
WallBox (Monofásico)	224 - 240			3,7	16	20	7,0	31	Sim	Sim	-
WallBox (Monofásico)	225 - 240			7,4	32	13	11,9	53	Sim	Sim	-
WallBox (Trifásico)	380 - 400			10,5	16	5	17,9	80	Não	Sim	+
WallBox (Trifásico)	381 - 400			15,8	24	3	25,1	111	Não	Não	++
WallBox (Trifásico)	382 - 400			22,0	32	2	32,6	145	Não	Não	+++

Analisando as tabelas anteriores verifica-se que:

- A coluna “Potência da UPAC com Veículo”, é o somatório da coluna “Potência da UPAC (sem veículo) com a coluna “Potência de Carregamento”;
- Os valores apresentados em “Potência da UPAC com veículo”, têm como objetivo dar a conhecer ao leitor as necessidades de geração de energia para um carregamento lento vs um carregamento rápido, não devendo ser consideradas como um “dimensionamento padrão”;
- A coluna “Potência de Carregamento (kW)” e a coluna “Carregamento (h)”, representam o número de horas a que a UPAC deve gerar uma determinada potência para o carregamento selecionado.

Exemplo (Tabela 14): para um carregamento de 50km a uma corrente de 6A, a UPAC terá de gerar no mínimo 1,4kW durante 6 horas seguidas.

- O dimensionamento da UPAC abaixo dos 5,4kWp na sua maioria dá resposta às necessidades de consumo da habitação e carregamento do veículo

Exemplo: para uma família com um consumo padrão pode-se considerar uma potência mínima de 3,5kWp, no entanto esta potência, depende da corrente de carregamento selecionada pelo utilizador e consumos da habitação;

- A tabela 14 pode ser considerada para veículos elétricos Plug-In e VE, visto que na sua maioria, a média de kms percorridos diários são de 50km/dia;
- Quanto mais elevada a potência da UPAC maior é a energia excedente produzida.

**Nota:** Consulte o Capítulo II do presente Guia, para saber como otimizar a produção da UPAC em relação ao consumo da habitação integrando a mobilidade elétrica.

**De uma forma resumida, para a determinação da UPAC com integração de mobilidade elétrica podem ser tomadas as seguintes considerações:**

- 1. Dimensione a UPAC para os consumos da habitação;**
- 2. Avalie se tem a possibilidade de efetuar o carregamento do veículo nas horas de geração de energia na corrente de carregamento que dá resposta às suas necessidades (como exemplo: tabela 14);**
- 3. Avalie a possibilidade de alterar comportamentos, permitindo o carregamento do veículo na potência da UPAC dimensionada para os consumos da habitação (sem veículo);**
- 4. Se o ponto 3 não for possível, deve ser determinado pelo projetista qual a potência mínima da UPAC para satisfazer as necessidades energéticas da habitação mais as necessidades do consumidor para o carregamento do veículo;**

- 5. Minimize o excedente de energia, permitindo assim evitar custos de investimento elevados que mesmo com a venda do excedente geram um elevado retorno do investimento (superior a 15 anos);**
- 6. Se não conseguir efetuar o carregamento durante o dia, avalie a possibilidade de instalação de baterias (lembre-se que no dimensionamento das baterias nunca deverá ser utilizada a capacidade máxima destas, pela necessidade de existir uma “banda de proteção” para evitar cargas e descargas completas, maximizando-se assim, o tempo de vida útil das mesmas (na sua maioria a potência das baterias não deverá ser inferior a 5kW).**

## 2.4. Outra informação relevante

### 2.4.1. Cuidados a ter antes do pedido de propostas comerciais

Antes de efetuar um pedido de propostas comerciais deverá avaliar:

- **Área disponível e respetiva localização:** Sabendo a área disponível e respetiva localização irá permitir às empresas comerciais avaliarem tecnicamente se a localização indicada é a mais adequada tendo em consideração possíveis sombreamentos, exemplo chaminé, e avaliação da passagem de cabos para o bom funcionamento dos equipamentos.
- **Avalie os atuais e futuros consumos:** previamente à decisão de implementar a UPAC, faça uma análise aos consumos e custos energéticos da habitação, por forma a verificar se estes justificam a necessidade de instalação de uma UPAC. Seguidamente valide se os consumos nos próximos anos se vão manter ou se irão alterar, isto é, se está a ponderar a aquisição de um veículo (Plug-In ou VE), falando com a empresa comercial sobre o tema.

Saiba que pode deixar a instalação preparada para acomodar mais painéis num futuro, no entanto para o efeito terá de deixar o sistema pré-preparado, tendo a seção de cabos estar dimensionada para a potência máxima do inversor, tendo o inversor de estar sobredimensionado para a potência máxima a integrar no futuro.

**Caso este planeamento não seja realizado e o inversor instalado esteja dimensionado para a potência de painéis instalados já não poderá adicionar novos painéis tendo de efetuar uma nova instalação.**

**Avalie se pretende num futuro armazenar a energia excedente, por nem todos os inversores disponibilizarem esta opção.**

- **Orçamento:** Avalie a sua capacidade financeira, tendo presente se o investimento inicial terá um retorno de investimento aceitável (inferior a 7 anos) ou se pretende efetuar um investimento inicial superior como objetivo de integrar necessidades de consumo futuras, efetuando assim um investimento faseado, sem comprometer o investimento já realizado.



## 2.4.2. Avaliação técnico-económica de propostas



- **Antes de adquirir um sistema de produção de energia renovável peça pelo menos 3 (três) propostas a diferentes empresas.**

Após apresentação das propostas verifique se os equipamentos sugeridos cumprem os requisitos indicados nos pontos anteriores, de modo a poder comparar equipamentos que sejam comparáveis, pois pode estar a efetuar comparações erradas de soluções (exemplo: deve verificar as potências dos painéis, potência do(s) inversor(es), tecnologia e capacidade das baterias).

Sempre que as condições de comparação são possíveis, o método simplificado para comparação entre propostas é avaliar a relação, €/kWp (a instalar).

De forma a apoiar o leitor, deixamos aqui o seguinte exemplo:

- Foi consultado o mercado para apresentação de 3 (três) propostas para a instalação de um sistema solar fotovoltaico:

Tabela 16 – Exemplo de propostas de fornecedores

	Proposta A	Proposta B	Proposta C
<b>N.º de painéis</b>	4	4	5
<b>Potência por painel [Wp]</b>	460	380	420
<b>Potência a instalar [kWp]</b>	1,84	1,52	2,10
<b>Potência do inversor <i>string</i> [kW]</b>	2,0 kW	1,6 kW	2,2 kW
<b>Equipamento + Instalação [€] (com IVA)</b>	3.200	2.700	3.500

Após avaliação da informação e das características técnicas dos equipamentos verifica-se que:

Tabela 17 – Exemplo de propostas de fornecedores mais vantajosa

	Proposta A	Proposta B	Proposta C
<b>Equipamento + Instalação [€] (com IVA)</b>	3.200	2.700	3.500
<b>Potência a instalar [Wp]</b>	1.840	1.520	2.100
<b>€/W</b>	<b>1,73</b>	<b>1,77</b>	<b>1,67</b>
<b>Comparação</b>	-	-	<b>Proposta mais vantajosa</b>

**Código de cores:** **Verde:** característica superior;

**Vermelho:** característica inferior;

**Amarelo:** característica intermédia.

Como se pode verificar neste exemplo, a proposta mais vantajosa será a que envolve um investimento superior (Proposta C), já que é aquela que conduz ao menor custo por potência instalada.

**Verifique sempre se a comparação que está a efetuar é com ou sem IVA.**

**O IVA a ser cobrado em todas as rubricas da fatura (na instalação da UPAC), terá de ser 6%, incluindo mão de obra, acessórios entre outros equipamentos para o bom funcionamento.**

## 2.5. Procedimentos de licenciamento. Registo no portal da DGEG

Segundo a legislação vigente (Decreto-Lei n.º 15/2022), em termos de procedimentos de licenciamento (controlo prévio), os sistemas fotovoltaicos com uma potência instalada superior a 700 W e igual ou inferior a 30 kW estão sujeitos a uma comunicação prévia. Este procedimento traduz-se por um registo da UPAC que é efetuado no portal da DGEG (ver [aqui](#)) pelo técnico instalador ou projetista em nome do proprietário, devendo o seu cadastro ser efetuado antes de ser realizada a instalação. Só assim é garantido que a UPAC pode ser ligada à RESP, tendo de ser submetida a seguinte informação:

- Instalação de Utilização (morada, CPE, entre outra informação);
- Sistema de produção (potência dos equipamentos, marca, entre outra informação);
- Esquema unifilar da instalação efetuada (formato pdf);
- Identificação do técnico instalador (n.º do técnico);
- Termo de aceitação (assinado pelo técnico instalador identificado, formato pdf).

A informação que pode ser consultada após o registo da UPAC em **autoconsumo individual** que tem como base de registo um sistema solar fotovoltaico é apresentada seguidamente:

⊕ MCP [Dec. Lei 162/2019]

Alteração de MCP Instalação ligada à rede:

Registo:  Cadastro:  Data/Hora registo:  Última alteração:  Estado:  CPE de produção:

Denominação social: \*  NIF/NIPC: \*  CPE: \*  Operador de rede: \*

Morada: \*  Código Postal: \*

Email entidade:  Pessoa contacto: \*  Telemovel: \*  Comprovativo:  Potência contratada: \*  Potência requisitada: \*

Tensão de alimentação:  Tensão de contagem:

Tipo de Fontes  Potência geradores \*  Potencia instalada: \*  Injeta energia na rede:

Solar:  Hídrica:  Eólica:  Biomassa:  Biogás:

Inversores \*

Marca: \*  Modelo: \*  Nº Série: \*  Potência Nominal: \*

Painéis

Número painéis: \*  Potência Unitária: \*  Tipo célula: \*

Tipo Entidade: \*  Tec. Responsavel: \*

Termo responsabilidade:  Esquema unifilar:  Declaração:

informação complementar

Data/Hora	Tipo	Momento	Mensagem

Nota: MCP – Mera Comunicação Prévia

Figura 28 – Informação disponível para consulta no portal da DGEG após o registo da UPAC (solar fotovoltaico)

### **O registo da UPAC na DGEG é isento de custos (até 30kW).**

O autoconsumidor (proprietário da UPAC) deverá ter acesso à área reservada onde foi efetuado o registo para no caso de alteração do titular (exemplo: venda da instalação de utilização) poder alterar o nome de registo para o novo proprietário. Tenha atenção que o ORD irá atribuí um CPE de Produção, tendo o proprietário de guardar este número para futuras interações necessárias.

Lembre-se que não efetuando o registo junto da DGEG, a energia excedente estará a ser faturada na fatura de energia elétrica (ver ponto 2.1.7), não poderá efetuar a venda do excedente e também não poderá efetuar o seguro de responsabilidade civil (obrigatório).

## ANEXO I

### Comprovativo de registo da UPAC na DGE

#### RECIBO DE SUBMISSÃO

Para os devidos efeitos, declara-se que o registo **211 /MCP** em nome de **CC**  
**BAI** com o NIF/NIPC **90C**, foi efetuado ao abrigo do disposto do artigo  
59.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, tendo autorização para entrada em exploração nos termos  
do referido diploma e legislação complementar.

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

- Injeta energia na rede: **Sim**
- Denominação produtor: **COI**
- NIF/NIPC: **90C**
- Morada: **PR**
- CPE: **PT00020000C**
- CPE de produção: **PT0002**
- Fonte: **Solar**
- Potência geradores: **8.18 kW**
- Potencia instalada: **8.00 kW**
- Potência de injeção na RESP: **8.0 kW**
- Instalação ligada à RESP: **Sim**
- Data de autorização para entrada em exploração: **2023-05-22**

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

Lisboa, **22 de Ma**

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