

# autoconsumo fotovoltaico – – exemplo de dimensionamento e estudo económico

Neste artigo apresenta-se um caso de estudo relativo ao dimensionamento de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC), ao abrigo do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 25 de outubro, para uma indústria metalomecânica situada em Castelo Branco.

Edgar Franco – edgar.franco@ipleiria.pt  
Nuno Monteiro – nuno.f.monteiro@ipleiria.pt  
Luís Miguel Machado – m.machado.05.73@gmail.com

Partindo dos diagramas de carga médios dos dias de semana e de fim de semana, procedeu-se à sua introdução no *software* Homer®, com o qual se obteve o valor da potência ótima do gerador fotovoltaico – em que se verifica a minimização do custo médio ponderado da eletricidade (*Levelized COE*). Esse indicador contempla não só a redução dos custos com a eletricidade adquirida à rede, mas também os encargos com a potência tomada em horas de ponta.

Após esse passo apresenta-se uma comparação, em termos energéticos e económicos, dos consumos de eletricidade proveniente da rede para os casos em que não dispõe e que se dispõe da UPAC proposta, de modo a se estimarem os montantes de poupança que se obtêm ao longo de cada ano considerado para a vida útil dos respetivos equipamentos.

Por fim, apresenta-se o estudo económico do sistema e as ilações conclusivas acerca da viabilidade da instalação da UPAC na presente unidade industrial.

Uma versão estendida e mais detalhada deste estudo pode ser encontrada no *link*: [www.renovaveismagazine.pt/?p=7122](http://www.renovaveismagazine.pt/?p=7122).

## 1. Introdução

Com a recente publicação do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 25 de outubro, os Decretos-Lei n.ºs 363/2007 e 34/2011 que, respetivamente, estabeleciam o enquadramento da micro e minigeração renováveis, bem como os diplomas que posteriormente os alteraram, foram revogados e substituídos pelo mesmo.

Neste Decreto foram definidos dois regimes de produção de energia elétrica, um dos quais funde o enquadramento anteriormente conferido à micro e minigeração renováveis nas agora designadas “Unidades de Pequena Produção” (UPP). Foi ainda criado um novo regime para as “Unidades de Produção para Autoconsumo” (UPAC) que permite que seja produzida energia elétrica para consumo na própria instalação e em que a eletricidade em falta ou em excesso seja, respetivamente, comprada ou vendida à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

Se, por um lado, as UPP se mantêm com as linhas gerais que advêm dos regimes anteriores, as UPAC dispõem de um enquadramento totalmente novo, do qual será âmbito o trabalho apresentado neste artigo.

## 2. Dimensionamento de uma instalação fotovoltaica no âmbito das UPAC

Na presente secção é apresentada uma referência à forma como se obtiveram e introduziram os dados relativos aos consumos médios de eletricidade da indústria metalomecânica em apreço, ao recurso solar disponível na região de Castelo Branco e aos componentes a testar no processo de dimensionamento realizado no *software* Homer®.

Na versão estendida do presente artigo, todo este processo é apresentado com maior detalhe.

### 2.1. Caracterização da instalação a abastecer

No presente estudo propõe-se o dimensionamento de uma UPAC para uma pequena indústria metalomecânica, sujeita ao tarifário BTE, cujos diagramas de carga<sup>1</sup> e respetivos fatores de variabilidade se apresentam na versão estendida do presente artigo.

Após a realização deste passo, procedeu-se à introdução das informações relativas aos diagramas de cargas para dias de semana e fins de semana nos respetivos campos da janela “Primary Load Inputs” do *software* Homer®, conforme se apresenta na Figura 1.

### 2.2. Caracterização do recurso solar e da temperatura ambiente

Os dados relativos à caracterização do recurso solar e das temperaturas médias mensais que se verificam no local da instalação (Castelo Branco) foram obtidos a partir do portal PVGIS da instituição JRC Europe [2]. Na versão estendida do presente artigo apresenta-se a introdução desses valores no programa, juntamente com as coordenadas geográficas do local.

### 2.3. Definição dos componentes em teste para dimensionamento da UPAC

Conforme suprarreferido na secção 1, o aproveitamento fotovoltaico proposto para a presente indústria metalomecânica será enquadrado no regime das UPAC, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 25 de outubro.

1 O procedimento realizado para a obtenção do diagrama de carga e dos respetivos fatores de variabilidade foi o mesmo que se apresentou na secção 2 da versão estendida do artigo publicado na edição 18 da presente revista.

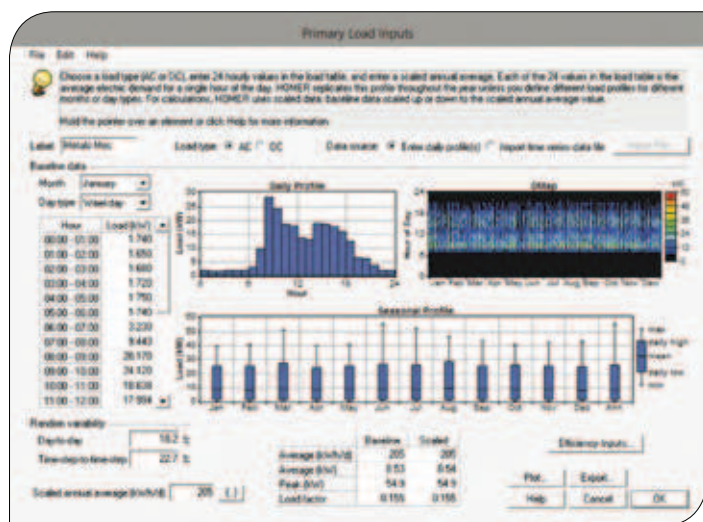


Figura 1 Janela de introdução das informações relativas à carga a abastecer.

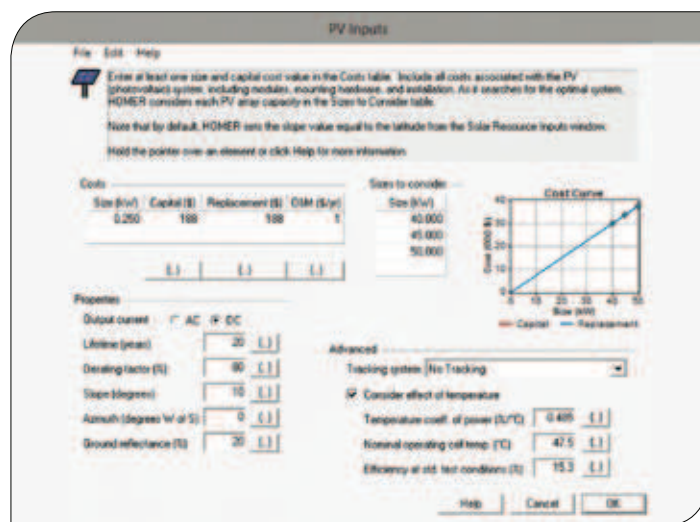


Figura 2 Janela de configuração do gerador fotovoltaico.

No presente caso, optou-se apenas pela instalação de um gerador fotovoltaico, sendo a carga abastecida por este e pela rede. Quando a potência gerada pelo sistema fotovoltaico é superior à da carga, este abastece-a e a eletricidade excedentária é vendida à rede. Em oposição, quando a potência gerada pelo mesmo é insuficiente, a eletricidade em falta é fornecida pela rede.

Apesar do *software* Homer® apresentar o símbolo do dólar para as unidades monetárias, optou-se por proceder à introdução dos preços dos materiais em euros, visto que para efeitos de simulação apenas se necessita de garantir a coerência na introdução de todos os valores na mesma moeda, independentemente de qual seja.

### 2.3.1. Gerador fotovoltaico

Uma das motivações para a realização deste estudo é a de determinar a ótima potência para o gerador fotovoltaico a instalar. Após um processo de pesquisa de soluções e preços, optou-se pela instalação de módulos fotovoltaicos Sharp ND-R250A5 de 250 W, cujas características técnicas se apresentam na referência [3].

Os módulos fotovoltaicos serão fixados à cobertura metálica da nave da indústria metalomecânica, estimando-se que os respetivos custos sejam de 188€ por módulo. O montante considerado para os custos de Operação e Manutenção (O&M) corresponde a cerca de 0,5% dos custos dos módulos fotovoltaicos e respetivas estruturas de fixação, assumindo-se um valor anual de 1€ por módulo.

Os restantes pressupostos para a introdução dos dados relativos ao gerador fotovoltaico, encontram-se descritos detalhadamente na **versão estendida do presente artigo**, apresentando-se na **Figura 2** a introdução dos respetivos dados no *software* Homer®.

### 2.3.2. Ligação à rede

A definição da forma de ligação de uma instalação de autoconsumo à rede requer, em primeiro lugar, que se disponham das informações relativas ao plano tarifário a que a instalação se encontra sujeita. No presente caso, a instalação encontra-se ainda no mercado regulado<sup>2</sup>, sujeita ao ciclo diário da tarifa de médias utilizações de BTE.

De acordo com o disposto no Portal da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), as tarifas transitórias para 2015 apresentam-se na referência [4] e as horas do dia a que correspondem cada um dos

montantes da modalidade tetra-horária que o plano tarifário BTE de ciclo semanal dispõe, estão disponíveis em [5].

As referidas informações foram introduzidas no *software* Homer® tal como mostra a **Figura 3**.

Os restantes pressupostos e ajustes necessários para a introdução dos dados relativos às tarifas de compra e venda de eletricidade e da potência tomada em horas de ponta, encontram-se descritos detalhadamente na **versão estendida do presente artigo**.

### 2.4. Inversor

Finalmente, é necessário prever a instalação de um inversor do tipo *grid-tie* para proceder à inversão das formas de onda de tensão provenientes do gerador fotovoltaico e ao respetivo acerto com a amplitude, frequência e sequência das existentes na rede.

As potências inicialmente testadas correspondem às mesmas que foram consideradas para o gerador fotovoltaico. Conforme referido em 2.3.1, o inversor considerado é da série Tripower da SMA, estimando-se o respetivo montante de investimento com base no preço médio do modelo STP 25000TL, o qual é de cerca de 3750€ correspondendo, por sua vez, a cerca de 150€/kW.

Na **versão estendida do presente artigo** apresenta-se a introdução dos dados do inversor no *software* Homer®, bem como a restante parametrização das grandezas do mesmo.

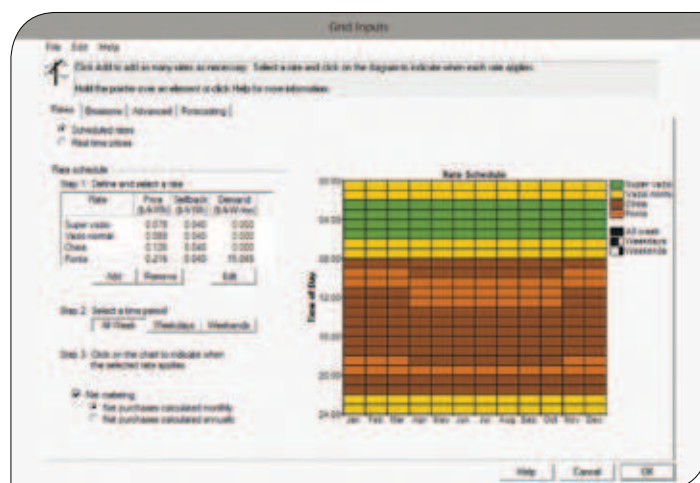


Figura 3 Janela de configuração das tarifas e períodos horários da ligação do sistema à rede.

2. No caso de instalações que dispõem de contrato de fornecimento com empresas comercializadoras em regime de mercado liberalizado, dever-se-iam considerar os pressupostos do mesmo.

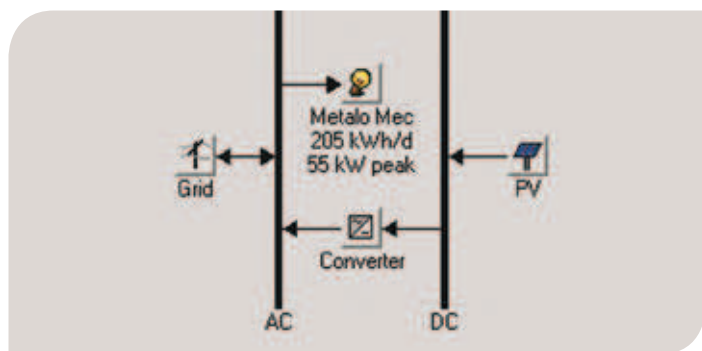
### 3. Resultados e discussão

Na presente secção apresentam-se os resultados obtidos no processo de simulação, a determinação da redução da quantidade de energia eléctrica consumida na instalação e da potência média tomada em horas de ponta, resultantes da produção de eletricidade por parte do gerador fotovoltaico, bem como um estudo para avaliação da viabilidade económica da instalação da UPAC na indústria metalomecânica em apreço.

#### 3.1. Ótima potência para o gerador fotovoltaico e inversor a instalar

Após a introdução dos dados relativos aos perfis de carga, recurso solar, temperaturas médias mensais e dos componentes a testar, o último passo é o de se proceder à simulação de modo a se obterem os elementos que permitam a seleção da solução a propor.

No último processo de simulação (após a refinação das hipóteses a analisar), o *software* Homer® processou 9 combinações entre os equipamentos considerados. Na **Figura 4** apresenta-se a configuração do sistema simulado.



**Figura 4** Diagrama do sistema híbrido em teste.

Após a realização da simulação com os componentes e configurações apresentadas ao longo da secção 2 determinou-se que a potência ótima do gerador fotovoltaico e inversor a instalar é de 50 kW para ambos.

Na **Figura 5** apresentam-se, entre outras informações, os resultados mensais relativos ao abastecimento da carga por parte do sistema fotovoltaico e da rede.

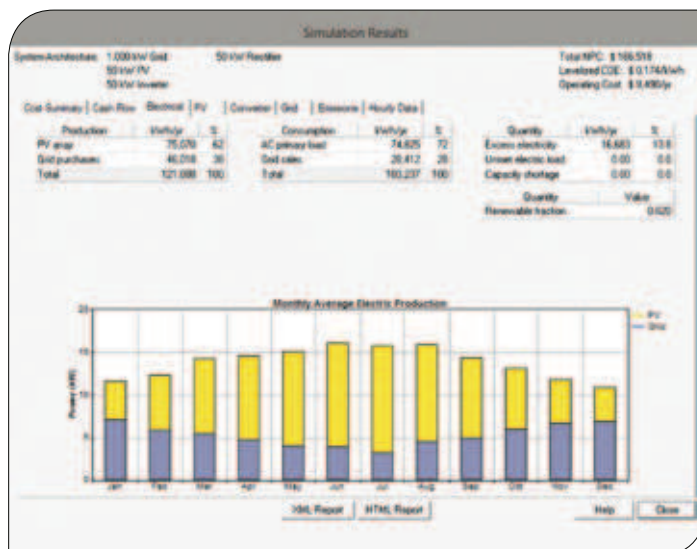
Através da análise da **Figura 5** pode-se verificar que se estima que o gerador fotovoltaico produzirá, no primeiro ano de operação da UPAC, cerca de 75 070 kWh de eletricidade e que serão adquiridos cerca de 46 018 kWh de energia eléctrica por ano.

É importante salientar que essa parcela de produção de eletricidade não corresponde à que irá abastecer a carga, visto que se estima que cerca de 16 683 kWh se perderão pelo facto do gerador fotovoltaico não gerar tensões suficientemente elevadas para ativar o(s) inversor(es).

Deste modo, entre as quantidades de energia eléctrica que se estimam ser geradas no primeiro ano de funcionamento do sistema fotovoltaico, temos que:

- Cerca de 16 683 kWh corresponderão à eletricidade desperdiçada pelo motivo suprarreferido;
- Cerca de 57 219 kWh corresponderão à eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico que pode ser alvo de aproveitamento. Esse valor é determinado através do produto da diferença entre a quantidade total de eletricidade produzida pelo sistema fotovoltaico (apresentada no campo "PV array") e a quantidade de eletricidade desperdiçada (apresentada no campo "Excess Electricity") e o rendimento considerado para o inversor (referido em 2.4), isto é:

$$Q_{\text{eletricidade\_UPAC}} = (75070 - 16683) \times 0,98 \Leftrightarrow Q_{\text{eletricidade\_UPAC}} = 57219,27 \text{ kWh}$$



**Figura 5** Resultados eléctricos mensais e anuais da UPAC proposta para instalação na indústria metalomecânica.

- Cerca de 28 412 kWh serão vendidos à rede nos momentos em que a potência do gerador fotovoltaico é superior à absorvida pela carga, conforme se pode verificar no campo "Grid Sales";
- A eletricidade "autoconsumida" corresponderá a 28 807 kWh, cujo valor corresponde à diferença entre a quantidade de eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico, que pode ser alvo de aproveitamento e a quantidade de eletricidade vendida à rede, ou seja 57219–28412.

Pode-se igualmente constatar que o custo médio ponderado da eletricidade (*Levelized COE*) toma o valor de 0,174€/kWh. Este valor dispõe, não só, em consideração os encargos com a eletricidade gerada e proveniente da rede, mas também os encargos com potência descritos em 2.3.2. Perante os pressupostos considerados estima-se ainda que os custos anuais de O&M são de cerca de 9490€/ano, os quais incluem também os encargos com a eletricidade adquirida à rede.

#### 3.2. Comparação entre os custos mensais de energia eléctrica com e sem a UPAC

Nesta secção apresenta-se uma comparação entre os custos mensais de energia eléctrica que atualmente existem na indústria metalomecânica em apreço e os custos após a instalação da UPAC proposta neste estudo.

Na **versão estendida do presente artigo** apresentam-se, detalhadamente, os processos intermédios e pressupostos tomados ao longo dos mesmos, que permitem obter os dados para a comparação aqui realizada, designadamente:

- Exportação dos resultados técnicos, relativos a cada hora de um ano de operação do sistema que se pretende implementar, do *software* Homer® para uma folha de cálculo *Microsoft Excel*®;
- Tratamento de dados que possibilitam a obtenção das estimativas das quantidades de energia eléctrica consumidas mensalmente em cada período do tarifário e da potência média tomada em horas de ponta, quando ainda não se dispõe da UPAC na instalação;
- Cálculos realizados e resultados relativos aos encargos com a energia e potência consumidas na instalação, a partir dos dados referidos no ponto anterior;
- Cálculos realizados e resultados relativos às quantidades de energia eléctrica consumida e fornecida à rede em cada período do tarifário,

Mês	Encargos com a energia ativa consumida e com a potência tomada em horas de ponta		Montante de poupança com a eletricidade adquirida à rede	Rendimento obtido com a venda de eletricidade excedentária	Montantes mensais de poupança na fatura de eletricidade através da instalação da UPAC durante o primeiro ano de operação
	Sem UPAC	Com UPAC			
janeiro	1 106,86 €	965,33 €	141,54 €	38,72 €	180,26 €
fevereiro	981,37 €	765,95 €	215,42 €	61,32 €	276,74 €
março	1 138,49 €	755,67 €	382,83 €	95,52 €	478,35 €
abril	1 055,72 €	529,95 €	525,77 €	107,80 €	633,57 €
maio	1 057,76 €	465,71 €	592,05 €	141,64 €	733,69 €
junho	1 079,12 €	464,54 €	614,58 €	150,92 €	765,50 €
julho	1 067,89 €	376,78 €	691,11 €	168,08 €	859,19 €
agosto	1 174,44 €	526,24 €	648,20 €	128,60 €	776,80 €
setembro	1 058,68 €	561,55 €	497,14 €	101,76 €	598,90 €
outubro	1 095,35 €	695,23 €	400,12 €	64,40 €	464,52 €
novembro	1 069,84 €	916,15 €	153,69 €	45,28 €	198,97 €
dezembro	1 077,30 €	950,49 €	126,81 €	32,48 €	159,29 €
Anual	12 962,84 €	7973,59 €	4989,25 €	1 136,52 €	6 125,77 €

**Tabela 1** Montantes mensais de poupança na fatura de eletricidade através da instalação da UPAC.

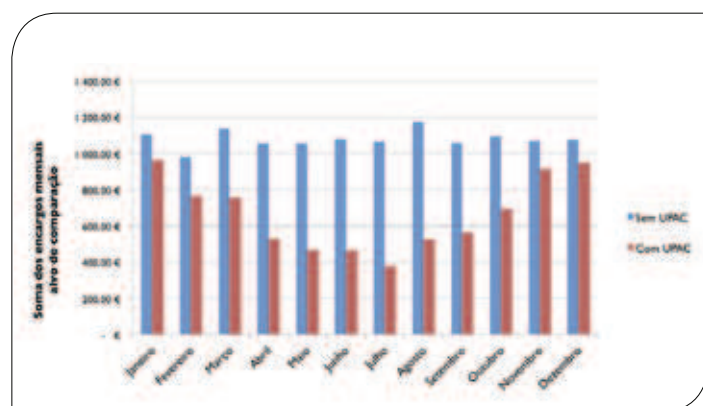
gerada para autoconsumo e respetivo peso relativo para abastecimento da carga, bem como da potência tomada à rede em horas de ponta, em cada mês do primeiro ano de operação da UPAC;

- Cálculos realizados e resultados relativos aos encargos mensais de eletricidade na instalação, durante o primeiro ano de funcionamento da UPAC.

Após a realização dos passos descritos apresentam-se na **Tabela 1** os montantes de poupança mensais do primeiro ano de operação da UPAC, possibilitados pela instalação da mesma.

No Gráfico da **Figura 6** apresenta-se a comparação entre os custos com os termos da fatura de eletricidade considerados no presente estudo, para os casos em que a indústria metalomecânica em apreço não dispõe da UPAC e para o caso em que dispõe da mesma.

No Gráfico da **Figura 7** apresentam-se as frações relativas de cada uma das parcelas que resultam nas poupanças obtidas no primeiro ano de operação da UPAC proposta para a indústria metalomecânica em apreço.



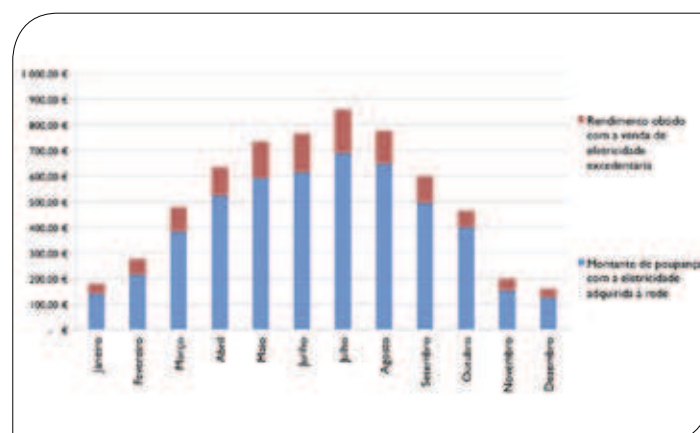
**Figura 6** Comparação entre os encargos mensais considerados no presente estudo para os casos em que a instalação não dispõe da UPAC e em que dispõe da mesma, durante o seu primeiro ano de funcionamento.

### 3.3. Determinação dos montantes de poupança com a UPAC ao longo da vida útil dos equipamentos

Ao longo dos anos, o sistema fotovoltaico proposto para a presente unidade industrial vai sendo alvo de uma degradação que resulta num decréscimo da eletricidade gerada. Segundo o referido no catálogo de fabricante dos módulos fotovoltaicos [3], estima-se que a referida degradação tome um valor máximo de 0,667% por ano.

Considerando que, além do gerador fotovoltaico também o inversor, condutores e outros componentes do sistema serão alvo de degradação ao longo dos anos, assumiu-se que, em termos globais, esse valor será de 0,8% por ano.

A referida degradação terá como consequência a diminuição progressiva da quantidade de energia elétrica autoconsumida e vendida à rede e no aumento da quantidade de eletricidade adquirida à rede ao longo dos anos. Os custos e proveitos associados à energia elétrica adquirida e vendida à rede, respetivamente, aumentam e diminuem ao longo dos anos, tal como se pode verificar nas Colunas 5 e 6 da **Tabela 2**.



**Figura 7** Frações relativas dos montantes de poupança na fatura energética possibilitados pela redução de eletricidade adquirida à rede e pela venda da energia elétrica excedentária.

Ano	Degradação média anual da produção de eletricidade da UPAC	Encargos com a energia ativa consumida e com a potência tomada em horas de ponta		Montante de poupança com a eletricidade adquirida à rede	Rendimento anual obtido com a venda de eletricidade excedentária	Montantes de poupança anual na fatura de eletricidade possibilitados pela instalação da UPAC
		Sem UPAC	Com UPAC			
1	0,8%	12 962,84 €	7973,59 €	4989,25 €	1 136,52 €	6 125,77 €
2	0,8%	12 962,84 €	8032,18 €	4930,66 €	1 127,39 €	6 058,05 €
3	0,8%	12 962,84 €	8091,24 €	4871,61 €	1 118,37 €	5 989,97 €
4	0,8%	12 962,84 €	8150,77 €	4812,08 €	1 109,42 €	5 921,50 €
5	0,8%	12 962,84 €	8210,77 €	4752,07 €	1 100,55 €	5 852,62 €
6	0,8%	12 962,84 €	8271,26 €	4691,58 €	1 091,74 €	5 783,33 €
7	0,8%	12 962,84 €	8332,23 €	4630,61 €	1 083,01 €	5 713,62 €
8	0,8%	12 962,84 €	8393,69 €	4569,16 €	1 074,34 €	5 643,50 €
9	0,8%	12 962,84 €	8455,64 €	4507,21 €	1 065,75 €	5 572,96 €
10	0,8%	12 962,84 €	8018,08 €	4944,76 €	1 057,22 €	6 001,98 €
11	0,8%	12 962,84 €	8081,03 €	4881,82 €	0 €	4 881,82 €
12	0,8%	12 962,84 €	8144,48 €	4818,37 €	0 €	4 818,37 €
13	0,8%	12 962,84 €	8208,43 €	4754,41 €	0 €	4 754,41 €
14	0,8%	12 962,84 €	8272,90 €	4689,94 €	0 €	4 689,94 €
15	0,8%	12 962,84 €	8337,88 €	4624,96 €	0 €	4 624,96 €

**Tabela 2** Estimativa dos montantes anuais de poupança na fatura de eletricidade durante os 15 anos de funcionamento da UPAC.

A potência tomada em horas de ponta é igualmente alvo de redução, verificando-se o aumento do respetivo valor médio (proveniente da rede), ao longo da vida útil considerada para os equipamentos.

Na Coluna 3 apresentam-se os custos anuais que a instalação teria sem a UPAC. Os montantes foram considerados constantes durante os 15 anos previstos de vida útil dos equipamentos, devido ao facto de se prever que a evolução na quantidade de equipamentos a operar na presente unidade industrial e dos respetivos encargos com a energia serão acompanhados de medidas de eficiência energética que irão resultar na diminuição dos consumos.

Nos termos do ponto 3 do artigo 23.º do Decreto-Lei n.º 153/2014, o contrato de compra e venda de eletricidade terá um prazo máximo de 10 anos, renováveis por períodos de 5 anos. Se a renovação do contrato de aquisição de energia elétrica ao fim de 10 anos não se afigura como um

grande obstáculo, a renovação do contrato de venda pode não ser garantida. Deste modo, no presente estudo não se considerou a venda da eletricidade excedentária da UPAC após o término do contrato inicial, tal como se pode verificar na Coluna 6 da **Tabela 2**.

Nestes termos apresenta-se na Coluna 7 da **Tabela 2**, a estimativa dos montantes anuais de poupança na fatura de eletricidade durante os 15 anos de funcionamento da UPAC.

### 3.4. Estudo de viabilidade económica da instalação da UPAC na presente indústria metalomecânica

Após a determinação dos montantes anuais de poupança obtidos com a instalação da UPAC na presente unidade industrial, o último passo deste estudo é o de analisar a viabilidade económica da mesma. Para o efeito, utilizaram-se os mesmos modelos matemáticos que se apresentaram na secção 3.4 da versão estendida do artigo publicado na edição 19 da presente revista.

Os pressupostos considerados para o presente estudo apresentam-se, detalhadamente, na **versão estendida deste artigo**. Nesses termos, foram considerados 36 cenários de teste para o estudo económico, os quais correspondem ao produto entre 2 montantes de investimento considerados, 6 cenários de financiamento para apoio ao investimento na UPAC e 3 taxas consideradas para atualização dos *Cash-Flows*.

Para cada um dos cenários considerados, os resultados dos indicadores de investimento são os apresentados na **Tabela 3**.

Conforme se pode verificar pela análise da **Tabela 3**, o único cenário em que se verifica a viabilidade económica da UPAC sem se recorrerem a fundos de apoio é no caso em que o montante de investimento inicial é de 45 080€ e se dispõe de uma taxa de atualização dos *cash-flows* de 5%.

No cenário mais desfavorável, em que se considerou o valor de 10% para a taxa de atualização dos *cash-flows*, apenas se verifica a viabilidade económica do investimento, para o período de vida útil considerado, com a obtenção de subvenções a fundo perdido superiores a, respetivamente, 30% e 40% para os montantes de investimento de 45 080€ e 52 600€.

## 4. Conclusões

O processo de dimensionamento de sistemas renováveis no âmbito das UPAC apresenta diferenças apreciáveis relativamente ao procedimento realizado para os sistemas de micro e minigeração – recentemente agrupados e definidos como UPP, com a publicação do Decreto-Lei n.º 153/2014 de 25 de outubro.

Nas UPAC é necessário proceder ao seu dimensionamento para otimizar a sua potência de ligação, sendo conveniente recorrer-se a algoritmos de

Montante de investimento inicial considerado [€]	Porcentagem de financiamento sobre o investimento inicial	Resultados dos indicadores de investimento para uma taxa de atualização dos <i>cash-flows</i> de 5%			Resultados dos indicadores de investimento para uma taxa de atualização dos <i>cash-flows</i> de 7,5%			Resultados dos indicadores de investimento para uma taxa de atualização dos <i>cash-flows</i> de 10%		
		VAL [€]	TIR [%]	Payback [ano]	VAL [€]	TIR [%]	Payback [ano]	VAL [€]	TIR [%]	Payback [ano]
52 600 €	Sem apoio	-2299,79 €	4,32%	>15	-9515,24 €	4,32%	>15	-15 230,62 €	4,32%	>15
	Apoio de 20%	6545,90 €	7,33%	11,78	-419,11 €	7,33%	>15	-5937,53 €	7,33%	>15
	Apoio de 30%	10 968,75 €	9,35%	9,85	4128,95 €	9,35%	12,09	-1290,99 €	9,35%	>15
	Apoio de 40%	15 391,59 €	11,92%	8,27	8677,02 €	11,92%	9,55	3355,56 €	11,92%	11,74
	Apoio de 50%	19 814,44 €	15,33%	6,72	13 225,08 €	15,33%	7,54	8002,10 €	15,33%	8,68
	Apoio de 60%	24 237,29 €	20,17%	5,24	17 773,14 €	20,17%	5,73	12 648,65 €	20,17%	6,34
45 080 €	Sem apoio	4023,37 €	6,36%	12,97	-3013,06 €	6,36%	>15	-8587,65 €	6,36%	>15
	Apoio de 20%	11 604,43 €	9,68%	9,63	4782,63 €	9,68%	11,69	-623,16 €	9,68%	>15
	Apoio de 30%	15 394,96 €	11,92%	8,27	8680,48 €	11,92%	9,55	3359,09 €	11,92%	11,74
	Apoio de 40%	19 185,49 €	14,77%	6,93	12 578,32 €	14,77%	7,81	7341,34 €	14,77%	9,04
	Apoio de 50%	22 976,02 €	18,59%	5,66	16 476,17 €	18,59%	6,23	11 323,59 €	18,59%	6,95
	Apoio de 60%	26 766,55 €	24,05%	4,44	20 374,01 €	24,05%	4,78	15 305,83 €	24,05%	5,19

**Tabela 3** Resultados dos indicadores económicos dos vários cenários considerados.

otimização análogos aos que o *software* Homer® dispõe e seguir-se um procedimento análogo ao apresentado na **versão estendida deste artigo**. Por outro lado, é igualmente necessário o cumprimento das restrições referidas nos Artigos 5.º e 8.º do Decreto-Lei n.º 153/2014, sendo possível verificá-lo através da análise dos resultados das diversas soluções apresentadas no final dos processos de simulação realizados pelo *software* Homer®.

A instalação de aproveitamentos no âmbito das UPAC permite não só a redução dos encargos com a energia elétrica consumida numa instalação, mas também com a potência tomada em horas de ponta. Para que essa poupança possa ser determinada é necessária a determinação dos encargos com esses termos na ausência e na presença da UPAC na instalação em análise, em concordância com o procedimento apresentado na **versão estendida do presente artigo**.

No exemplo analisado, em que os consumos de eletricidade se verificam predominantemente durante o período diurno, verifica-se um importante decréscimo nos custos da energia elétrica. Este exemplo é representativo de um grande número das instalações industriais em Portugal.

No entanto, apesar da poupança obtida, segundo os pressupostos atuais do regime conferido pelo Decreto-Lei n.º 153/2014, a realização do investimento na UPAC para a presente unidade industrial apenas se afigura como economicamente viável caso se disponha da possibilidade de se recorrerem a apoios financeiros para a realização do investimento inicial.

Para que o investimento na UPAC proposta fosse viável sem necessidade de se recorrerem a apoios ao investimento, era imperativo que os preços dos módulos fotovoltaicos e dos restantes equipamentos necessários para aplicar neste tipo de aproveitamentos fossem mais baixos. O motivo para tal resulta

do facto de que a rentabilidade económica do investimento na UPAC proposta para a presente unidade industrial, conferida poupança na fatura de eletricidade e pela baixa remuneração da eletricidade produzida em excedente, se verifica ser insuficiente face ao elevado montante de investimento inicial.

### Referências bibliográficas

- [1] PVGIS – JRC Europe, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, acessado em 04 de dezembro de 2014;
- [2] SHARP Polycrystalline silicon photovoltaic modules, [http://eng.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2012/05/SunFields\\_SHARP\\_Datasheet\\_ND-R-230-235-240-245-250A5\\_EN.pdf](http://eng.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2012/05/SunFields_SHARP_Datasheet_ND-R-230-235-240-245-250A5_EN.pdf), acessado em 04 de dezembro de 2014;
- [3] Tarifas transitórias de venda a clientes finais em Portugal continental em 2015, [www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2015/Documents/PrecosTVCF%20PTCont\\_2015.pdf](http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2015/Documents/PrecosTVCF%20PTCont_2015.pdf), acessado em 15 de dezembro de 2014;
- [4] Ciclo diário para fornecimentos em BTE e BTN em Portugal Continental, [www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiarioformecBTEBTNpt.aspx](http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiarioformecBTEBTNpt.aspx), acessado em 04 de dezembro de 2014;
- [5] Portal “Renováveis na Hora” – Estatísticas, [www.renovaveisnahaora.pt/web/srm/estatisticas1](http://www.renovaveisnahaora.pt/web/srm/estatisticas1), acessado em 04 de dezembro de 2014;
- [6] Sunny Tripower 20000TL/25000TL, [www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-20000tl-25000tl.2014#Technical-Data-108646](http://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-20000tl-25000tl.2014#Technical-Data-108646), acessado em 04 de dezembro de 2014;
- [7] Damodaran Online: Home Page for Aswath Damodaran, [www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/waccEurope.xls](http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/waccEurope.xls), acessado em 28 de Agosto de 2014;
- [8] M. Azevedo, Autoconsumo na perspectiva de consumidores domésticos, [www.renovaveismagazine.pt/apresentacoes/Autoconsumo\\_15102014\\_Manuel%20Azevedo.pdf](http://www.renovaveismagazine.pt/apresentacoes/Autoconsumo_15102014_Manuel%20Azevedo.pdf), acessado em 15 de dezembro de 2014. 