

águas **quentes** sanitárias – solar **térmico** versus solar **fotovoltaico**

Neste artigo apresenta-se a comparação entre um sistema solar térmico e dois tipos de sistemas fotovoltaicos no processo de produção de Águas Quentes Sanitárias (AQS), para uma habitação do tipo T3 no concelho de Leiria.

Edgar Franco – edgar.franco@ipleiria.pt
Nuno Monteiro – nuno.fmonteiro@ipleiria.pt

Partindo dos dados de insolação e das estimativas de energia térmica necessária para a preparação de AQS, obtidos a partir do *software* SolTerm do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), procedeu-se ao dimensionamento de um sistema solar térmico do tipo “circulação forçada” e, com recurso ao *software* Homer®, de dois tipos de sistemas fotovoltaicos.

No primeiro sistema fotovoltaico, as AQS são produzidas através da alimentação de uma resistência de aquecimento instalada no interior de um termoacumulador. No segundo sistema, esse processo é realizado através de um termoacumulador dotado de bomba de calor incorporada e de um permutador de calor do tipo “serpentina” no interior do mesmo, o qual procede à transferência de calor entre o fluido frigorígeno e as águas de consumo.

Por fim, apresentam-se as estimativas orçamentais para cada um dos sistemas e as ilações a retirar da realização do presente estudo.

Uma versão estendida e mais detalhada sobre este estudo pode ser encontrada no *link*: www.renovaveismagazine.pt/?p=10378.

1. Introdução

Nos últimos anos tem-se assistido a uma tendência mais acentuada no decréscimo dos custos dos componentes para sistemas fotovoltaicos do que a dos componentes para sistemas solares térmicos.

Tradicionalmente, tem-se verificado que a indústria tem vindo a adotar os sistemas fotovoltaicos para a produção de energia elétrica para diversos fins que não a produção de AQS, restringindo esse âmbito aos sistemas solares térmicos.

No entanto, verifica-se que é relativamente fácil proceder ao abastecimento desse tipo de cargas através de sistemas fotovoltaicos, pelo que no presente artigo se pretendem comparar os seus montantes de investimento inicial com os dos sistemas solares térmicos de circulação forçada, para uma habitação do tipo T3 em Leiria.

2. Determinação das necessidades energéticas para produção de AQS

2.1. Caracterização do edifício

O edifício a que se refere este estudo localiza-se no concelho de Leiria e é constituído por:

- **Piso térreo:** Dotado de *hall* de entrada, cozinha, dispensa, casa de banho, escritório e garagem;
- **Andar:** Dotado de três quartos, um *closet* e uma sala de estar;
- **Cobertura:** Dotada de telha lusa com uma inclinação de 30°.

As principais divisões do presente edifício encontram-se orientadas a Sul, estando este situado numa zona que garante que a sua cobertura não é sujeita a sombreamentos. A preparação de AQS no presente edifício é realizada através de um esquentador antigo, não termostático, realizando o aquecimento instantâneo da água de consumo através da queima de gás butano.

Na **versão estendida do presente artigo** apresenta-se a seleção do *concelho* no SolTerm, bem como gráficos com os valores médios mensais de insolação e temperatura em cada um dos meses do ano.

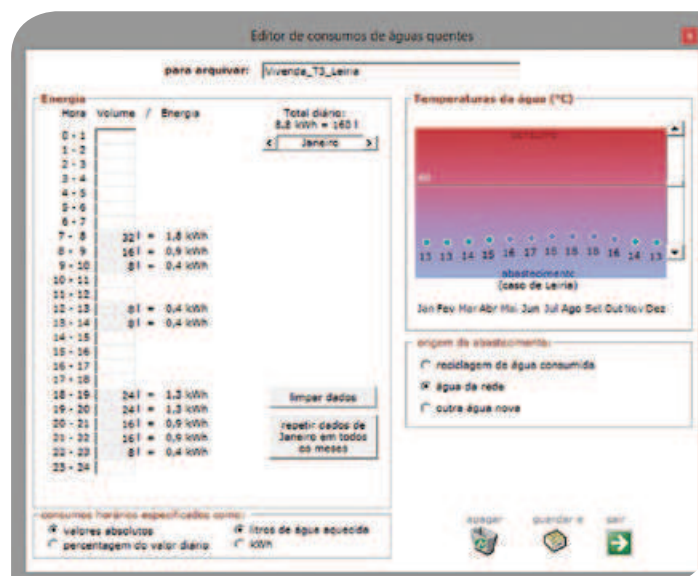


Figura 1 Introdução dos consumos típicos de águas quentes no Editor de consumos de AQS do *software* SolTerm.

2.2. Tratamento dos dados de consumo

O dimensionamento do sistema solar térmico foi realizado através do *software* SolTerm do LNEG, observando as disposições legais do Sistema de Certificação Energética (SCE) estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto, e respetivas portarias e despachos complementares.

Na **versão estendida do presente artigo** apresenta-se a justificação para os consumos nominais de AQS considerados (160 litros/dia), bem como para a temperatura de armazenamento da água de consumo e os restantes pressupostos considerados.

Procedeu-se à repartição horária dos consumos de AQS da forma que se apresenta na **Figura 1**, a qual se pressupõe ser a mais próxima do consumo que se verifica atualmente na habitação.

2.3. Estimativa das necessidades energéticas

Uma vez introduzidos os dados de consumo no SolTerm é possível obter a estimativa da energia média mensal necessária para preparação de AQS, através do separador “*Análise Energética*”, cujos valores se apresentam na coluna “*Carga*” da **Figura 2**.

3. Conceção dos sistemas solares para produção de AQS

Na presente secção apresenta-se o processo de dimensionamento do circuito primário do sistema solar térmico, bem como dos sistemas fotovoltaicos considerados.

A realização dos dimensionamentos é imprescindível para a seleção dos componentes necessários para cada sistema e permitir a realização das respetivas estimativas orçamentais – as quais se pretendem comparar para se determinar qual o sistema solar mais económico para a preparação de AQS para a habitação em apreço.

O processo detalhado de dimensionamento do sistema solar térmico e dos 2 sistemas fotovoltaicos constam da **versão estendida do presente artigo**, apresentando-se apenas os resultados desse processo nas subsecções seguintes.

3.1. Sistema solar térmico

Na **Figura 2** apresenta-se a janela de visualização que dispõe dos resultados do sistema solar térmico proposto, cuja solução dispõe das seguintes características:

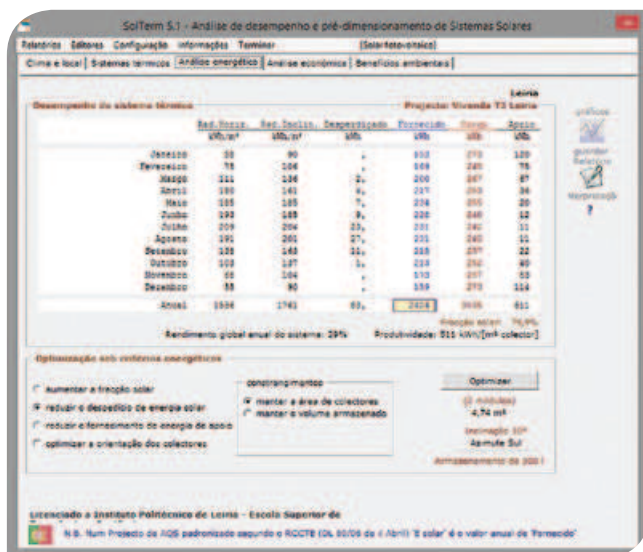


Figura 2 Resultados energéticos do sistema solar térmico, obtidos através do *software* SolTerm.

- Coletores solares: 2 Baxiroca Mediterrâneo 250;
- Termoacumulador: BAXI AS 300-E, de 300 litros;
- Ângulo de inclinação dos coletores solares: 30°;
- Ângulo de azimute de azimute dos coletores solares: 0° relativamente ao sul geográfico;
- Fração solar: 79,9%;
- Rendimento global anual do sistema: 29%;
- Energia térmica anualmente desperdiçada: 83 kWh;
- Energia térmica útil fornecida pelos coletores solares para preparação de AQS: 2424 kWh;
- Energia anualmente necessária para produção de AQS (Carga): 3035 kWh;
- Energia anualmente necessária para o sistema de apoio: 61 l kWh.

Após se ter obtido a quantidade de coletores solares térmicos e o volume do termoacumulador necessários para o sistema, procedeu-se ainda ao dimensionamento da válvula de segurança, vaso de expansão e da bomba circuladora do circuito primário. Esse processo encontra-se igualmente descrito em detalhe na versão **estendida do presente artigo**, tendo-se obtido os seguintes resultados:

- **Válvula de segurança:** Pressão de abertura = 5 bar;
- **Vaso de expansão:** Volume = 10 litros e pressão de pré-carga = 2,1 bar;
- **Bomba circuladora:** Wilo-Stratus 25 (30,32,40,50)/I-10.

Para garantir o correto funcionamento do circuito primário do sistema solar térmico, verifica-se a necessidade de se utilizarem os restantes componentes apresentados na **Figura 3**.

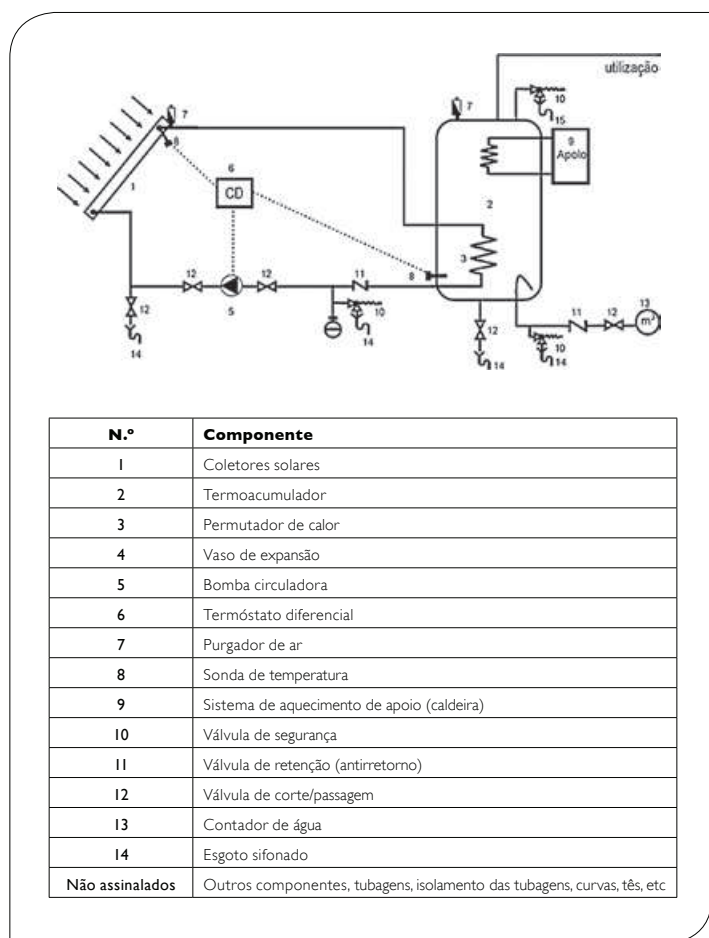


Figura 3 Esquema genérico dos componentes a utilizar no circuito primário, no termoacumulador e na tomada de água fria do circuito secundário do sistema solar térmico.

De um modo geral, deverá considerar-se que todos os componentes a utilizar no circuito primário do sistema solar térmico deverão obedecer aos seguintes requisitos:

- **Diâmetro do bocal de ligação à tubagem do circuito primário:** Sempre que possível deverá dispor do mesmo diâmetro interior do que os tubos do circuito primário (13 mm). Caso tal não seja possível, verifica-se a necessidade de se utilizarem acessórios de redução;
- **Pressão máxima de trabalho:** Deverá ser superior à pressão de abertura da válvula de segurança, que no presente caso é de 5 bar;
- **Temperatura máxima de trabalho:** Deverá ser superior à prevista para a zona do circuito onde será instalada. Deverá considerar-se como sendo não inferior a 90° C à saída do bocal inferior do permutador de calor inferior do termoacumulador e 200° C à saída dos coletores solares.

3.2. Sistemas solares fotovoltaicos

Na presente secção apresentam-se os resultados do processo de dimensionamento de 2 sistemas fotovoltaicos para abastecimento das necessidades de energia para produção de AQS para a habitação em apreço.

Para que os pressupostos de comparação entre os sistemas fotovoltaicos e o sistema solar térmico sejam os mais próximos possíveis optou-se por, tanto quanto possível, proceder ao dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos de modo a que a fração solar se aproxime da resultante do sistema solar térmico proposto.

3.2.1. Caracterização da carga a abastecer

O software SolTerm procede à estimativa da quantidade final (útil) de energia entregue pelos coletores solares térmicos à carga [1], "descontando-lhe" as perdas nas tubagens e no termoacumulador. Para efeitos de dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos verifica-se, assim, a necessidade de se considerar o fornecimento da energia que será dissipada sob a forma de calor pelas paredes do termoacumulador de AQS.

Na versão **estendida do presente artigo** apresentam-se os pressupostos para obtenção da carga anual acrescida das perdas no termoacumulador, as quais tomam os valores anuais de 3585 kWh e 996 kWh, respetivamente, para os sistemas fotovoltaicos com produção de energia térmica através de resistência de aquecimento e de bomba de calor.

Devido ao facto de se necessitarem de introduzir as estimativas dos respetivos valores diários para cada mês no componente "Deferrable Load" do software Homer®, na versão **estendida do presente artigo** apresentam-se os cálculos que resultaram nos valores apresentados na **Tabela 1**.

Mês	Carga térmica sem consideração das perdas no termoacumulador [kWh/dia]	Carga a considerar para o sistema fotovoltaico que procede à produção de energia para AQS através de resistência de aquecimento [kWh/dia]	Carga a considerar para o sistema fotovoltaico que procede à produção de energia para AQS através de bomba de calor [kWh/dia]
janeiro	8,8	10,40	2,89
fevereiro	8,7	10,28	2,86
março	8,6	10,16	2,82
abril	8,4	9,92	2,76
maio	8,2	9,69	2,69
junho	8,0	9,45	2,63
julho	7,8	9,21	2,56
agosto	7,8	9,21	2,56
setembro	7,9	9,33	2,59
outubro	8,1	9,57	2,66
novembro	8,6	10,16	2,82
dezembro	8,8	10,40	2,89

Tabela 1 Cargas térmicas a considerar no dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos para produção de AQS.

Na **Figura 12** da versão **estendida do presente artigo** apresenta-se a introdução da carga considerada para o sistema fotovoltaico que procede à produção de energia para AQS através de resistência de aquecimento.

3.2.2. Caracterização do recurso solar

Para manter a coerência entre o dimensionamento do sistema solar térmico e dos sistemas fotovoltaicos, utilizaram-se os registos de insolação e temperatura que constam da base de dados do SolTerm. Para aceder a esses valores basta selecionar a opção "Guardar Climatologia Mensal" do separador "Clima e Local", apresentado na **Figura 1** da **versão estendida do presente artigo**.

Na **versão estendida do presente artigo** apresenta-se ainda a introdução desses dados no *software* Homer[®], com as coordenadas geográficas do local.

3.2.3. Introdução dos dados relativos aos módulos fotovoltaicos e respetivas gamas de teste

No presente caso de estudo pretende-se determinar a quantidade de módulos fotovoltaicos cuja produção de energia elétrica se aproxime da fração solar do sistema solar térmico proposto, afigurando-se como um processo não dependente de parâmetros económicos.

Deste modo, não se verifica a necessidade de se introduzirem os preços nem os custos de operação e manutenção do sistema fotovoltaico para efeitos de dimensionamento, pelo que se optou pela não introdução desses valores no *software* Homer[®]. Todavia, a escolha dos módulos fotovoltaicos a utilizar teve em consideração a respetiva relação preço/qualidade.

Assim, após um processo de pesquisa de soluções e preços, optaram-se pelos módulos fotovoltaicos Sharp ND-R250A5 de 250 W, cujas características técnicas constam da referência [2].

Na **Figura 4** apresenta-se a introdução das grandezas elétricas dos módulos fotovoltaicos adotados, bem como a opção de não se dispor de um sistema de seguimento solar. O ângulo de inclinação definido é de 30° e o ângulo de orientação azimutal é de 0° relativamente ao sul geográfico, em concordância com a disposição da cobertura do edifício onde serão instalados os módulos. Os restantes parâmetros foram deixados com os respetivos valores padrão.

Para ambos os sistemas fotovoltaicos (para produção de AQS por resistência ou por bomba de calor), o intervalo de teste definido foi de 0,25 a 10 kW de 0,25 em 0,25 kW (ou seja, testando de 1 a 40 módulos fotovoltaicos em passos de 1 unidade).

3.2.4. Resultados obtidos do processo de dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos

Devido ao facto de se ter procedido ao ajuste dos consumos de energia térmica para que as perdas de calor no termoacumulador fossem igualmente consideradas, verifica-se a necessidade de se determinarem as quantidades de energia necessária que deve fornecer cada um dos sistemas fotovoltaicos que igualem o valor da fração solar do sistema solar térmico dimensionado em 3.1.

Esse valor é obtido através do produto da carga anual ($W_{\text{anual}} \approx 3585 \text{ kWh}$) pelo fator solar obtido aquando do dimensionamento do sistema solar térmico ($f_s \approx 79,9\%$, tal como referido em 3.1) para o sistema fotovoltaico em

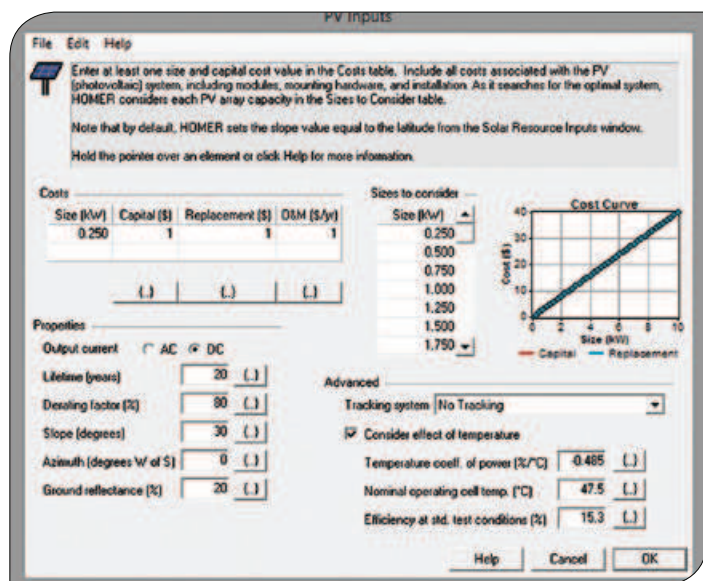


Figura 4 Introdução dos dados relativos aos módulos fotovoltaicos e respetivas quantidades a testar no software Homer®.

que se procederá à produção de energia para a preparação de AQS através de resistência de aquecimento, correspondendo a uma produção de energia de aproximadamente 2865 kWh/ano.

No caso do sistema fotovoltaico em que se procederá à produção de energia para preparação de AQS através de bomba de calor, esse valor será de cerca de 1/3,6¹ do determinado anteriormente, correspondendo a cerca de 795 kWh/ano (pelo facto do consumo anual previsto para a bomba de calor ser de cerca de 996 kWh/ano).

3.2.4.1. Sistema fotovoltaico para produção de AQS através de resistência de aquecimento

No presente sistema fotovoltaico, mediante o cumprimento de determinados níveis de tensão e corrente máximos suportados pelo isolamento dos terminais da resistência de aquecimento a alimentar, pode-se proceder à alimentação da mesma através da ligação direta dos terminais (+) e (-) de uma *string* de módulos fotovoltaicos aos seus terminais.

Para evitar que em dias de muita insolação (e/ou de baixo consumo), a água de consumo armazenada no termoacumulador aqueça em demasia, deverá instalar-se um termóstato num dos condutores de alimentação da resistência.

O objetivo desse dispositivo é o de proceder à abertura de um contacto elétrico e à consequente interrupção do circuito que alimenta a resistência de aquecimento evitando, assim, que a água acumulada atinja temperaturas acima do limite máximo suportado pelo termoacumulador.

O referido termóstato deverá dispor de um determinado intervalo de histerese (recomendando-se 5° C para o efeito), para evitar que a alimentação à resistência seja consecutivamente estabelecida e interrompida com pequenas oscilações de temperatura em torno da máxima que se pretende que não seja ultrapassada pela água de consumo.

Deste modo, a configuração do sistema a simular no software Homer® é a apresentada na **Figura 5**.

Após a realização do processo de simulação verificou-se que com 8 módulos fotovoltaicos (2 kWp) o sistema produziria cerca de 2719 kWh/ano de energia, não sendo suficientes para assegurar a mesma fração solar do sistema solar térmico apresentado em 3.1.

Deste modo, será necessária a instalação de 9 módulos fotovoltaicos (2,25 kWp), os quais se preveem vir a produzir cerca de 3060 kWh/ano, correspondendo a uma fração solar de cerca de 85%, conforme se pode verificar na **Figura 16** da **versão estendida do presente artigo**.

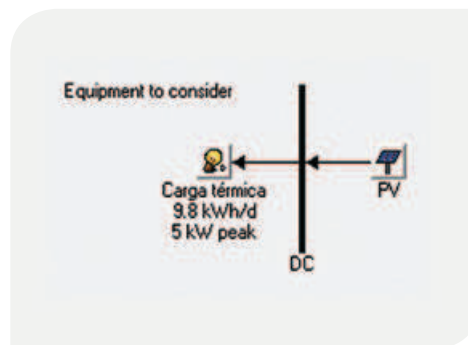


Figura 5 Diagrama do sistema fotovoltaico para produção de AQS através de resistência de aquecimento, em teste no software Homer®.

3.2.4.2. Sistema fotovoltaico para produção de AQS através de bomba de calor

Contrariamente ao sistema fotovoltaico proposto na subsecção anterior, em que se utilizou um termoacumulador idêntico ao do sistema solar térmico proposto em 3.1, mas apenas dotado de uma única serpentina para permuta térmica, no presente caso verifica-se a necessidade de se optar por um outro tipo de termoacumulador, o qual dispõe de bomba de calor incorporada.

Para tal, selecionou-se o termoacumulador com bomba de calor KAY-SUN Compak KHP 35 300L, o qual dispõe de um depósito com capacidade de 300 litros para armazenamento da água de consumo e de uma bomba de calor com uma potência térmica de 3 kW e potência elétrica de 833 W, correspondendo a um Coeficiente de Performance (COP) de 3,6 [3].

Existem diversas formas para alimentar a bomba de calor através de um sistema fotovoltaico, sendo necessário realizar o abastecimento da mesma em Corrente Alternada. Para tal, poder-se-ia optar por sistemas fotovoltaicos com as seguintes configurações:

- Sistema dotado de módulos fotovoltaicos, baterias de acumuladores, regulador de carregamento de baterias e inversor (ou inversor com regulador de carregamento incorporado);
- Sistema dotado de módulos fotovoltaicos e um inversor análogo aos utilizados para abastecimento de bombas solares para elevação de água. Devido ao facto deste tipo de equipamentos tipicamente dispor de um Variador Eletrónico de Velocidade (VEV) incorporado, seria necessário desativá-lo (ou programá-lo para operar sob uma frequência fixa de 50 Hz) e que o inversor apenas funcionasse acima de um determinado nível de irradiação tal, que a potência de saída fosse superior à potência elétrica de entrada da bomba de calor;
- Sistema dotado de módulos fotovoltaicos e inversor do tipo *Grid-Tie*, que injetasse a energia produzida na instalação elétrica da habitação. Nesse caso a bomba de calor seria abastecida a partir de uma tomada de corrente da instalação elétrica, sendo que o presente sistema se afiguraria como uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) enquadrada pelo Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro.

Perante as hipóteses disponíveis, optou-se pela terceira opção devido ao facto da primeira ter a desvantagem de necessitar de baterias e, tal como a segunda opção, de um inversor dedicado para o efeito. A segunda

¹ Devido ao facto da bomba de calor selecionada (a qual se apresenta em 3.2.4.2) dispor de um Coeficiente de Performance (COP) de 3,6.

opção também dispõe da desvantagem de não serem encontradas facilmente soluções comerciais disponíveis no mercado, pelo que o controlo do sistema se torna algo complexo e eventualmente dispendioso.

Por fim, na terceira opção não é garantido que a energia para abastecimento da bomba de calor seja sempre gerada pelo sistema fotovoltaico, mas realizando um dimensionamento que resulte numa produção de energia elétrica próxima do seu consumo anual, o saldo global desta solução acaba por equivaler ao caso em que o abastecimento tenha sido realizado pelo mesmo.

Por outro lado, esta solução dispõe ainda de 2 outras vantagens, nomeadamente:

- Caso a água acumulada no termoacumulador atinja a temperatura máxima de armazenamento, a energia possível de gerar pelo sistema fotovoltaico poder ser utilizada para abastecimento das restantes cargas (receptores elétricos) da habitação e até vendida à rede pública;
- Caso a instalação de consumo disponha de um contrato bi-horário para compra da eletricidade à rede, o sistema fotovoltaico poderá gerar energia para o abastecimento das cargas da habitação durante o período diurno (em que a tarifa de compra de eletricidade é superior), resultando em poupanças em termos de eletricidade adquirida à rede, e de proceder ao abastecimento da bomba de calor durante o período noturno (em que a tarifa de compra de eletricidade é inferior).

Deste modo, a configuração do sistema a simular no *software* Homer® é a apresentada na **Figura 6**.

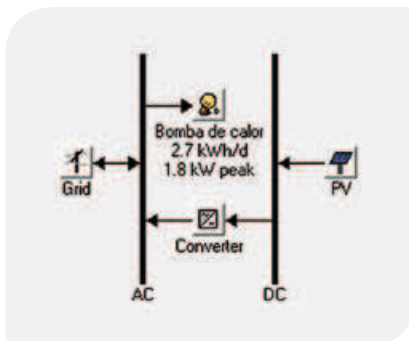


Figura 6 Diagrama do sistema fotovoltaico para produção de AQS através de bomba de calor, em teste no *software* Homer®.

Conforme se pode verificar pela análise da **Figura 6**, a carga encontra-se agora ligada a um barramento AC, tendo-se ainda considerado que a mesma pode ser abastecida a partir da Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Considerou-se ainda a instalação de um inversor da família Sunny Boy da SMA, cuja potência a instalar depende do resultado do processo de dimensionamento.

Neste estudo, o único parâmetro necessário de introduzir no *software* Homer® é a eficiência do inversor, a qual se assumiu como sendo de 90%, encontrando-se abaixo do valor mais baixo de entre os modelos da família Sunny Boy da SMA.

Após a realização do processo de simulação verificou-se que com 2 módulos fotovoltaicos (0,5 kWp) o sistema produziria cerca de 679 kWh/ano de energia, não sendo suficientes para assegurar a mesma fração solar do sistema solar térmico apresentado em 3.1.

Para tal, verifica-se a necessidade de proceder à instalação de 3 módulos fotovoltaicos (0,75 kWp), os quais se preveem vir a

produzir cerca de 1019 kWh/ano. Este valor corresponde a uma fração solar de cerca de 102,5%, ou seja, a energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico é superior ao consumo global previsto para a bomba de calor.

No entanto, ao realizar a verificação da compatibilidade entre o gerador fotovoltaico (composto por uma única *string* dotada de 3 módulos ligados em série) e os modelos disponíveis de inversores da família Sunny Boy da SMA, verificou-se que apenas seria possível compatibilizar as gamas de tensões e correntes de saída da *string* com as gamas de tensões e correntes de entrada de 3 inversores SMA SB 240-10.

Pelo facto de se considerar que, em termos técnicos, esse sistema não é adequado para o efeito que se pretende, optou-se por uma solução dotada com 4 módulos fotovoltaicos e um inversor SMA SB 1300TL-10, cuja compatibilidade se verificou através da plataforma *Sunny Design Web*² e se apresenta na **Figura 18 da versão estendida do presente artigo**.

Na presente solução, o *software* Homer[®] estima que sejam gerados cerca de 1389 kWh de energia elétrica, correspondendo a uma fração solar de cerca de 140%, tal como se pode verificar na **Figura 19 da versão estendida do presente artigo**.

4. Estimativas orçamentais dos sistemas propostos

De modo a se poder realizar uma comparação entre os montantes de investimento necessários para se proceder à instalação de cada um dos sistemas dimensionados na secção anterior, verificou-se a necessidade de se elaborarem as estimativas orçamentais que se apresentam nas subsecções seguintes.

Devido ao facto de se estimar que os custos de mão-de-obra para instalação de cada um dos sistemas não diferirem consideravelmente, optou-se apenas por se proceder à comparação apenas entre os custos globais sem IVA dos componentes necessários para cada um dos sistemas.

4.1. Sistema solar térmico

Aquando da realização do dimensionamento do sistema solar térmico apresentado ao longo da secção 3.1., verificou-se a necessidade de se proceder à seleção de alguns dos elementos do sistema.

Considerou-se o disposto em 3.1. na seleção dos restantes componentes necessários para estabelecer e proteger o circuito hidráulico, os quais se apresentam na **Tabela 5 da versão estendida do presente artigo** e cujo custo global se estima que seja de cerca de 5100€.

4.2. Sistemas solares fotovoltaicos

Nas subsecções seguintes apresentam-se as estimativas orçamentais para ambos os sistemas fotovoltaicos propostos na subsecção 3.2.

4.2.1. Para produção de AQS por resistência

Considerando os elementos já selecionados no processo de dimensionamento apresentado em 3.2.4.1., bem como dos restantes componentes necessários para proceder ao abastecimento e comando e proteção da respetiva instalação elétrica, na **Tabela 6 da versão estendida do presente artigo** apresentam-se os componentes propostos, cujo custo global se estima ser de cerca de 3500€.

4.2.2. Para produção de AQS por bomba de calor

Considerando os elementos já selecionados no processo de dimensionamento apresentado em 3.2.4.2., bem como dos restantes componentes necessários para proceder ao abastecimento e comando, proteção e condicionamento da energia gerada na respetiva instalação elétrica, na **Tabela 7 da versão estendida do presente artigo** apresentam-se os componentes propostos, cujo custo global se estima ser de cerca de 4000€.

Aquando da seleção entre sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, poder-se-á considerar a instalação de uma UPAC que gerará a energia necessária para abastecimento não só dos consumos elétricos de uma instalação, mas também das respetivas necessidades energéticas para preparação de AQS

Na referida estimativa orçamental, não se considerou o custo do Quadro AC – o qual se assume ser o mesmo da instalação elétrica da habitação, bem como do contador bidirecional e da cablagem para alimentação da bomba de calor do termoacumulador (a qual se encontra incluída no *kit*).

Considerando ainda o custo de licenciamento da UPAC com injeção de potência na rede, o qual, segundo o Artigo 19.º da Portaria n.º 14/2015, de 23 de janeiro, toma o valor de 30€ para potências inferiores a 1,5 kW, o montante global de investimento toma um valor de cerca de 4050€.

5. Conclusões

Nos últimos anos tem-se assistido a uma tendência mais acentuada no decréscimo dos custos dos componentes para sistemas fotovoltaicos do que a dos componentes para sistemas solares térmicos.


No sentido de avaliar se ainda se justifica o atual paradigma em que é pouco habitual a utilização de sistemas fotovoltaicos para abastecer necessidades energéticas para produção de AQS, procedeu-se ao dimensionamento de um sistema solar térmico e de 2 sistemas fotovoltaicos, para um edifício do tipo T3, e compararam-se os respetivos custos iniciais.

Considerando que o custo do sistema solar térmico proposto é superior ao de ambos os sistemas fotovoltaicos, verifica-se por si só que os sistemas fotovoltaicos se afiguram com opções economicamente mais favoráveis.

Por outro lado, devido ao facto deste tipo de sistemas se poderem enquadrar como UPACs segundo o regime conferido pelo Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro, quando a água armazenada no termoacumulador atinge o respetivo valor máximo, o excedente de energia gerada pelos mesmos poder igualmente vir a ser utilizado para abastecimento das restantes cargas elétricas de uma instalação, enquanto no caso dos sistemas solares térmicos, tal não é possível.

Nestes termos, aquando da seleção entre sistemas solares térmicos e fotovoltaicos poder-se-á considerar a instalação de uma UPAC que gerará a energia necessária para o abastecimento não só dos consumos elétricos de uma instalação, mas também das respetivas necessidades energéticas para preparação de AQS, contribuindo assim não só para se obter uma economia de custos quando comparada com a aquisição de um sistema solar térmico, mas também para viabilizar o próprio investimento na UPAC.

Referências bibliográficas

- [1] R. Aguiar e R. E. Coelho, Manual SolTerm, versão 1.1.1 (relativo à versão 5.1.4 do software), Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., 2012;
- [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, acessado em 13 de março de 2015";
- [3] Kaysun Bombas de Calor (KHP – ACS), <http://kaysun.es/es/productos/detalle/compak-khp-35-300-acsl>, acessado em 15 de março de 2015;
- [4] "Solterm do LNEG, banco de dados de colectores solares, www.lneg.pt/iedt/projectos/370/paginas/37, acessado em 12 de março de 2015";
- [5] "Catálogo general de calefaccion" BAXI, 2014;
- [6] E. P. Lebeña e J. C. Costa, Curso de Instalador de Equipamentos Solares Térmicos, INETI, 2006;
- [7] Thermal Conductivity of common materials, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/tables/thrcn.html>, acessado em 12 de março de 2015. 

² www.sunnydesignweb.com