

# Good Mood **Eco** & **Art** Organization

## REABILITAÇÃO E EXPANSÃO DE SISTEMA RENOVÁVEL FOTOVOLTAICO-DIESEL PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Neste artigo apresenta-se a proposta de duas soluções para proceder à reabilitação dos sistemas eletroprodutores existentes nos diversos espaços da herdade detida pela organização *Good Mood Eco & Art* onde, de 2 em 2 anos, se realiza o *Boom Festival*.

Edgar Franco · edgar.franco@ipleiria.pt  
João Brito Marques · jpvbrito@gmail.com

Este estudo contemplou o levantamento dos componentes atualmente existentes, a obtenção do diagrama de cargas a abastecer, de dados de isolamento, de preços de combustível (Diesel) e a seleção dos componentes a reaproveitar e que se propõem vir a adquirir, de modo a se obter uma solução "otimizada" com auxílio do software Homer®. Foram consideradas as hipóteses de o sistema se encontrar totalmente isolado da Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) ou interligado com a mesma.

Por fim, realizaram-se os projetos de instalações elétricas dos dois SEH propostos, bem como as respetivas estimativas orçamentais.

Uma versão estendida e mais detalhada deste estudo pode ser encontrada no link: [www.renovaveismagazine.pt/?p=11218](http://www.renovaveismagazine.pt/?p=11218).

### 1. Introdução

Este trabalho foi elaborado no âmbito do relatório de estágio de João Brito Marques – ex-aluno e detentor do Curso de Especialização Tecnológica em Energias Renováveis concedido pelo Instituto Politécnico de Leiria.

A *Good Mood Eco & Art* é uma organização cultural e ambiental fundada em 1997. Da sua atividade destacam-se a produção de eventos, organização de cursos, curadoria e consultoria artística, bem como o desenvolvimento de projetos ambientais.

O maior evento da *Good Mood* é o *Boom Festival*, o qual tem vindo a ser realizado desde 1997 [1]. Encontra-se sediada nas proximidades da freguesia de Idanha-a-Velha, num complexo com uma área de aproximadamente 143 000 m<sup>2</sup>, apresentando-se na **Figura 1** a vista aérea com a identificação dos limites de propriedade, dos diversos espaços e das zonas envolventes.

### 2. Levantamento dos componentes dos sistemas eletroprodutores existentes

Na versão estendida do presente artigo apresentam-se detalhadamente os três sistemas eletroprodutores atualmente existentes na *Good Mood*, incluindo imagens, breves descrições e esquemas elétricos de princípio.

Dos sistemas existentes apenas se considerou proceder ao aproveitamento dos componentes de 2 deles, já que o terceiro se encontra a operar com grupos eletrobomba para a rega de vários jardins e culturas agrícolas e a sua operação se ter vindo a demonstrar eficaz.

Deste modo, na **Tabela 1** apresentam-se, respetivamente, as listagens de módulos fotovoltaicos, reguladores de carga e inversores suscetíveis



**Figura 1** Planta geral da herdade da *Good Mood*, com a identificação dos limites e diversos espaços.

de serem reaproveitados para os novos sistemas centralizados propostos neste trabalho.

Além dos componentes apresentados na Tabela 1 dispõe-se ainda de 60 baterias Rolls S2 – 590 de 2V/550Ah e 1 gerador SDMO LSA 42.1 L8 C1/4 trifásico de 42 kVA.

Tipo de equipamento	Marca/Modelo	Quantidade	Potência [W]
Módulos fotovoltaicos	Lorentz LA 90 – 12s	24	90
	Lorentz LA 100 – 12s	14	100
	SOLON Black 130/04	14	130
	BP Solar 380	20	80
Reguladores de carga	OutBack FLEXmax 80 FM80	3	1920
	OutBack FLEXmax 60 FM60	2	720
Inversores	OutBack VFX 3024E	2	3000
	OutBack FX2012ET	2	2000

**Tabela 1** Mapa de quantidades de módulos fotovoltaicos, reguladores de carga e inversores existentes nos sistemas eletroprodutores 1 e 2.

### 3. Elaboração do diagrama de cargas

Conforme referido na versão estendida do presente artigo, as instalações elétricas das zonas 1 e 2 encontram-se atualmente isoladas e abastecidas por sistemas eletroprodutores distintos. No entanto, pelo facto de se pretender realizar a sua interligação, as suas cargas foram todas consideradas num único diagrama.

Inicialmente considerou-se a hipótese de proceder à medição dos diagramas de carga de consumo das instalações elétricas das zonas 1 e 2. No entanto, foi-nos comunicado que os serviços da *Good Mood* irão sofrer uma reestruturação, pelo que essa informação se tornaria inútil para âmbito do dimensionamento dos SEH a propor neste trabalho, já que se pretende que os mesmos venham a assegurar a evolução de cargas expetável nos próximos anos.

Deste modo, com a ajuda imprescindível do electricista-chefe da *Good Mood* – o qual dispõe do conhecimento da quantidade de cargas existentes e que se preveem vir a abastecer futuramente, elaborou-se um diagrama de cargas que se estima dispor de um nível de imprecisão que resulte num ligeiro sobredimensionamento dos SEH propostos, o qual se apresenta na Tabela 2 da versão estendida do presente artigo.

Nessa Tabela pode-se ainda verificar que se prevê um maior consumo energético no período de verão, o qual se deve ao facto de o dispêndio energético com as cargas de ar-condicionado ser superior durante esse período do ano.

### 4. Levantamento dos recursos renováveis e não renováveis

Na presente secção apresentam-se os dados obtidos relativos à caracterização dos recurso solar e do preço do combustível a utilizar nos geradores convencionais – Diesel.

Não existindo nenhum registo das velocidades de vento verificadas no complexo *Good Mood*, adquiriu-se um anemómetro que será instalado na zona onde se prevê que futuramente se possam vir a instalar pequenos aerogeradores.

#### 4.1. Recurso solar

Os registos médios mensais de radiação média incidente por m<sup>2</sup> de terreno do local em estudo, em relação ao plano horizontal, a variação ao longo dos meses no ano, bem como das temperaturas médias mensais, foram obtidos a partir da plataforma PVGIS do Portal JRC Europa [2] e apresentam-se na Tabela 3 da versão estendida do presente artigo.

#### 4.2. Recurso Diesel

Os SEH são normalmente compostos por equipamentos que utilizam uma ou várias FER e, eventualmente, um ou vários grupos geradores convencionais.

Os SEH propostos irão igualmente incluir o gerador Diesel existente (apresentado na secção 2.1 da versão estendida do presente artigo), para servir de apoio aos recursos renováveis e, se necessário, abastecer parte ou a totalidade da carga.

O valor que tem vindo a ser cobrado à *Good Mood* tem sido o preço-base de venda de uma das empresas petrolíferas portuguesas, com um desconto de 11 cêntimos por litro, pelo que o respetivo valor médio de 2015 até à data da elaboração do trabalho era de 1,215€/litro.

## 5. Conceção de novos sistemas eletroprodutores

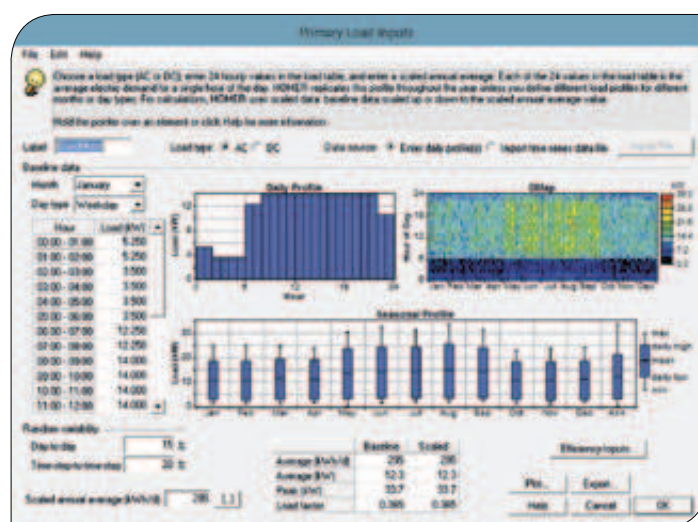
Nesta secção apresentam-se os passos realizados para proceder ao dimensionamento dos sistemas eletroprodutores propostos.

### 5.1. Apresentação dos softwares utilizados

Os softwares utilizados para auxílio ao dimensionamento dos sistemas eletroprodutores propostos foram o *Homer Energy*® versão 2.68 e a plataforma *Sunny Design Web*® cuja apresentação e descrição de funcionalidades se apresentam, respetivamente, nas referências [3] e [4].

### 5.2. Introdução do diagrama de cargas no software Homer®

Após se proceder à estimativa dos diagramas de carga para os meses de verão e de inverno previstos para a empresa *Good Mood* (apresentados na Tabela 2 da versão estendida do presente artigo), procedeu-se à introdução dos respetivos valores nos campos da janela “Primary Load Inputs” do software *Homer*® da forma apresentada na Figura 2.



**Figura 2** Janela de introdução dos valores de diagrama de carga no software Homer®.

### 5.3. Introdução de dados de recursos renováveis e não renováveis no software Homer®

#### 5.3.1. Recurso solar e temperatura

Os dados relativos à média mensal de radiação e temperatura (apresentados na Tabela 3 da versão estendida do presente artigo) foram obtidos a partir do portal PVGIS, tal como já referido em 4.1.

Para proceder à otimização do ângulo de inclinação, o *Homer*® necessita ainda das coordenadas geográficas (igualmente fornecidas no portal PVGIS) e ainda da informação relativa ao fuso horário local (que em Portugal continental corresponde ao GMT).

Na Figura 3 apresenta-se a introdução destes dados nos campos da janela “Solar Resource Inputs”.



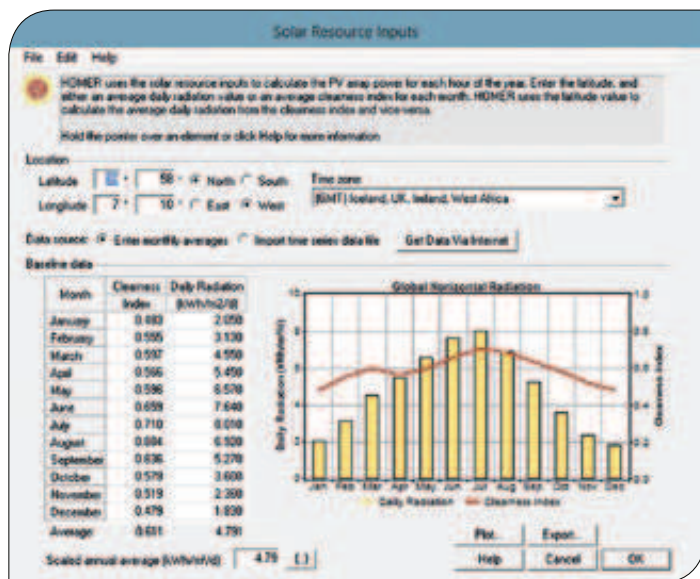


Figura 3 Janela de configuração do recurso solar no software Homer®.

Para inserir os valores das temperaturas é, em primeiro lugar, necessária a introdução de um gerador fotovoltaico no sistema, sendo necessária a ativação da opção “consider the effect of temperature”, na respetiva janela de configuração. Depois desse passo e através da opção disponibilizada no menu *Input* torna-se possível proceder à definição dos valores das temperaturas, na janela “Temperature Inputs”, a qual se apresenta na Figura 4.

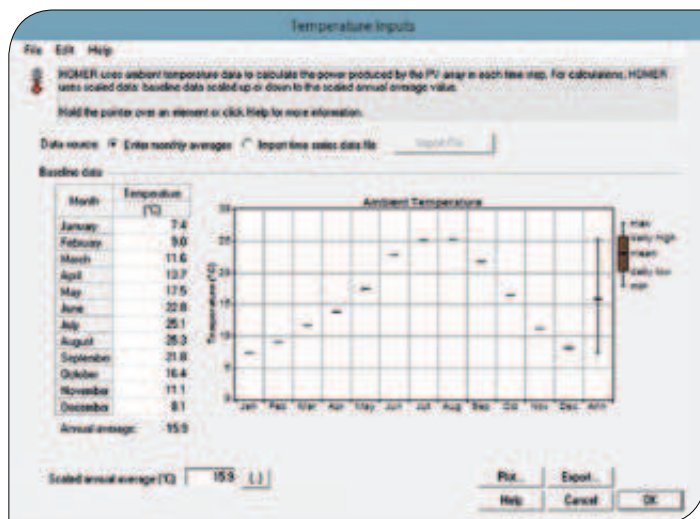


Figura 4 Janela de configuração da temperatura no software Homer®.

### 5.3.2. Introdução de dados relativos ao recurso Diesel

Na Figura 5 apresenta-se a introdução do preço pago pela Good Mood pelo Diesel utilizado nos geradores (o qual já tinha sido indicado em 4.2), na janela “Diesel Inputs”.

### 5.4. Componentes em teste para definição do SEH

#### 5.4.1. Sistema fotovoltaico

Após a realização de um processo de pesquisa de soluções e preços, verificou-se que seria mais adequado proceder à instalação de módulos



Figura 5 Janela de configuração do preço do Diesel no software Homer®.

fotovoltaicos TSMC Solar CIGS Solar Module TS-165C2 de 165 Wp [5], para complementar os módulos já existentes nas instalações da empresa. Estes serão instalados num suporte em estrutura fixa, a construir nas oficinas da Good Mood.

O gerador fotovoltaico será dividido em várias strings, cada uma dotada de vários módulos ligados em série (cuja configuração foi definida após a determinação da potência do aproveitamento fotovoltaico, obtida através das simulações realizadas pelo software Homer®) e será ligado a vários inversores Sunny Tripower da SMA de modelo a definir igualmente após o processo de simulação.

Relativamente aos montantes indicativos de investimento, obteve-se o preço de 107€ por módulo fotovoltaico, o que corresponde aproximadamente a 650€/kW. Para o inversor utilizou-se o preço do modelo Sunny Tripower 20000TL, da SMA, que é 3272€, o que corresponde a cerca de 163€/kW.

Devido ao facto de se pretender que a estrutura de suporte dos módulos fotovoltaicos seja construída nas oficinas da Good Mood, apenas se considerou a aquisição dos materiais necessários para a mesma, o quais se estimam dispor de um custo de aproximadamente 5000€, correspondente a cerca de 125€/kW. Os custos de O&M foram calculados na base de 2,5% do investimento inicial, correspondendo a cerca de 24€/ano/kW.

Inicialmente foi definido um intervalo de pesquisa contemplando uma gama de potências entre 20 e 60 kWp em intervalos de 0,5 kWp, tendo-se verificado que o software Homer® não considerava nas “melhores soluções”

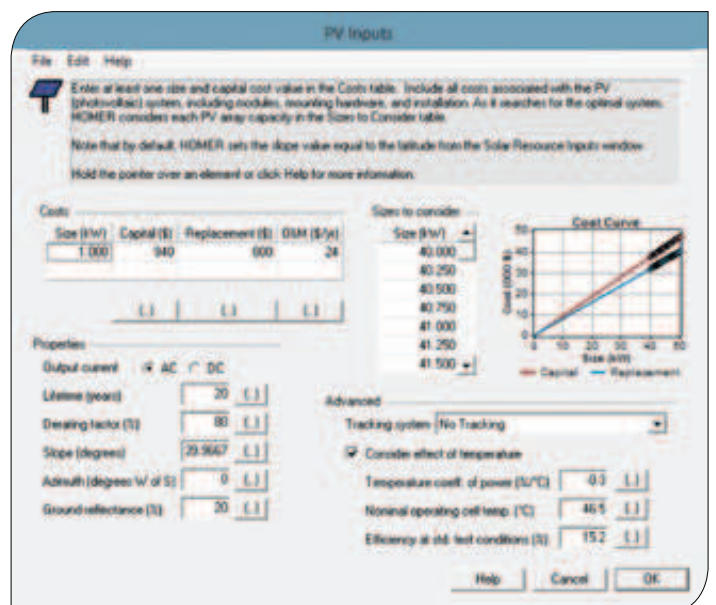


Figura 6 Janela de configuração do gerador fotovoltaico no software Homer®.

**O gerador fotovoltaico será dividido em várias strings, cada uma dotada de vários módulos ligados em série (cuja configuração foi definida após a determinação da potência do aproveitamento fotovoltaico, obtida através das simulações realizadas pelo software Homer®) e será ligado a vários inversores Sunny Tripower da SMA (...)**

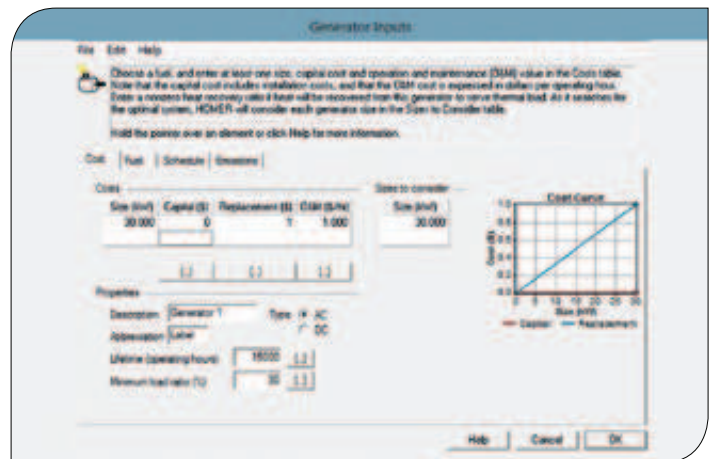
as potências abaixo de 40 kWp e acima de 50 kWp. Desse modo, pode-se verificar na **Figura 6**, que se refinou o espaço de pesquisa para uma gama de potências entre 40 e 50 kWp em intervalos de 0,25 kWp.

Selecionou-se ainda a opção de o sistema não dispor de seguidor solar e introduziram-se as grandezas elétricas dos módulos fotovoltaicos utilizados apresentadas na referência [5]. Os restantes parâmetros foram deixados com os valores padrão definidos pelo programa.

#### 5.4.2. Gerador Diesel

Neste estudo foi igualmente considerada a hipótese de se incluir o gerador Diesel já existente nas instalações da empresa (apresentado em 5.4.2) que, em caso de necessidade, deverá abastecer parte ou a totalidade das cargas previstas.

A sua manutenção é realizada pelo electricista-chefe da *Good Mood*, pelo que não foi considerado o montante de investimento inicial nem os custos de O&M. Na **Figura 7** pode-se verificar a introdução dos referidos dados na janela "Generator Inputs".



**Figura 7** Janela de configuração do gerador Diesel no software Homer®.

#### 5.4.3. Banco de baterias de acumuladores

No presente SEH prevê-se ainda a instalação de um banco de baterias de acumuladores que permita o armazenamento de energia elétrica para possibilitar o abastecimento da carga nos momentos em que se verificam menores disponibilidades de recurso solar. Outro objetivo do mesmo é o de minimizar a operação do gerador Diesel, de modo a se economizar o máximo de combustível.

Conforme referido em 2, atualmente dispõe-se de 60 baterias Rolls S2 – 590 de 2V/550Ah, as quais se encontram em avançado estado de envelhecimento prevendo-se, à data da escrita do presente artigo, que não disponham de uma durabilidade superior a 2 anos.

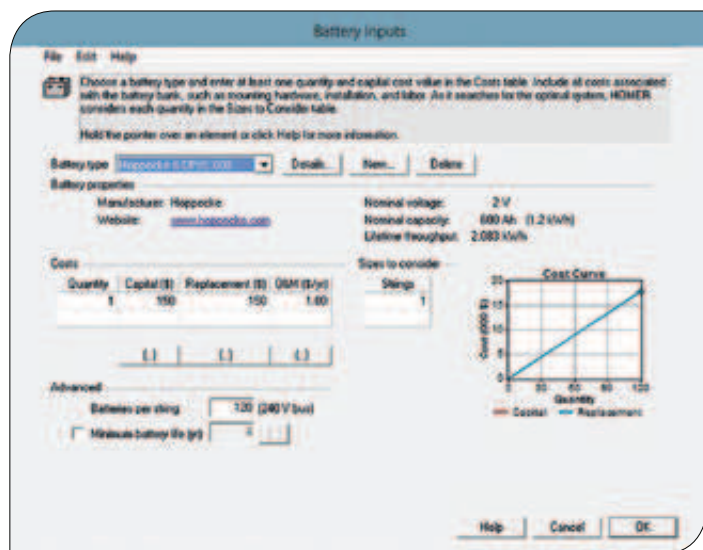
Por esse motivo e pelo facto de a operação conjunta com baterias novas se prevê que lhes reduza consideravelmente a vida útil, propõe-se que as mesmas não sejam aproveitadas para nenhum dos novos SEH propostos.

Após a realização de um processo de pesquisa de soluções e preços, verificou-se que seria mais favorável proceder à instalação de baterias da marca Hoppecke OPzS solar power 620, que dispõem de um nível de tensão de 2V aos seus terminais e uma capacidade nominal (para um ciclo de descarga de 20h) de 542 Ah [6].

O nível de tensão a que o banco de baterias necessita de operar é estabelecido em função do equipamento que procede ao controlo dos processos de carga e descarga das baterias – neste caso um conversor bidirecional. Conforme descrito em 5.4.4, o equipamento utilizado será um Leonics Apollo MTP-415F, o qual dispõe de um nível de tensão nominal aos terminais DC de 240V.

Os cálculos de dimensionamento do banco de baterias de acumuladores proposto, bem como os respetivos pressupostos, apresentam-se na **secção 5.4.3. da versão estendida do presente artigo**, tendo-se considerado a instalação de uma única *string* dotada de 120 baterias ligadas em série.

Prevê-se que o custo de cada bateria seja de 150€ e o custo O&M seja de 1€/ano/bateria, uma vez que se tratam de baterias sem manutenção. Na **Figura 8** apresenta-se a seleção da bateria a utilizar; a introdução dos respetivos custos, bem como a quantidade de *strings* e de baterias por *string* no *software Homer*<sup>®</sup>.



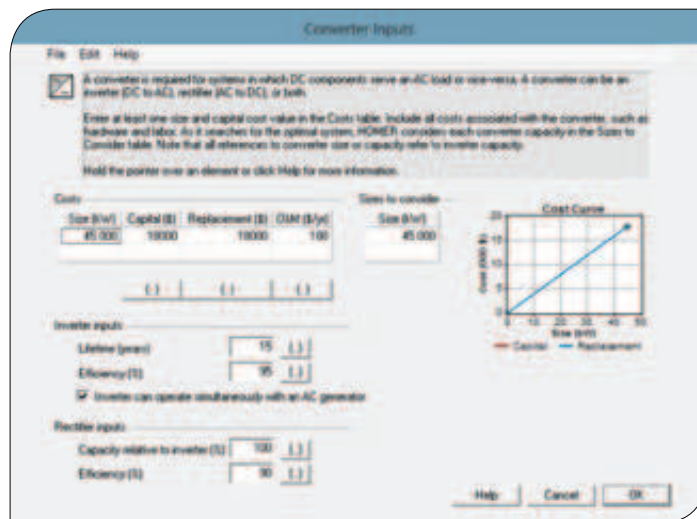
**Figura 8** Janela de configuração de banco de baterias no *software Homer*<sup>®</sup>.

**5.4.4. Conversor bidirecional**

Para proceder à retificação das tensões elétricas para carregamento do banco de baterias de acumuladores e à sua inversão aquando da utilização da energia armazenada nas baterias para abastecimento da carga, verifica-se a necessidade de instalar um equipamento dotado dessa capacidade, o qual se designa por conversor bidirecional.

Considerando que pode ser necessária a utilização do banco de baterias para abastecer a totalidade da carga, o conversor deve dispor de potência nominal superior à potência de ponta prevista, neste caso 45 kW. Deste modo, propõe-se a instalação de um conversor bidirecional Leonic Apollo MTP-415F, com uma potência de 45 kW [7].

Após o estabelecimento de contactos com a empresa Leonics, foi-nos indicado que o preço do referido equipamento, acrescido de portes de envio e custos aduaneiros seja de aproximadamente 18 000€. Na **Figura 9** apresenta-se a introdução dos respetivos dados no *software Homer*<sup>®</sup>.



**Figura 9** Janela de configuração do conversor bidirecional no *software Homer*<sup>®</sup>.

**5.5. Resultados obtidos e processos de decisão**

Após a introdução dos dados relativos aos perfis de carga, recursos primários disponíveis e dos componentes a testar; o último passo foi proceder à simulação e escolher as melhores soluções a adotar – uma delas para um sistema isolado e outra para um sistema interligado com a RESP.

No processo de simulação, e após a afinação das hipóteses a analisar; o *software Homer*<sup>®</sup> processou 41 combinações (em ambos os sistemas, pois apenas se pretende determinar a potência "ótima" dos geradores fotovoltaicos).

Dispondo em consideração os dados relativos aos custos de equipamentos, disponibilidade de recurso solar; custo do Diesel (1,215€/litro), e os critérios de fiabilidade que se consideram razoáveis para a operação das instalações elétricas dos serviços da *Good Mood*, procedeu-se à simulação de modo a se obterem as soluções "otimizadas" para cada um dos sistemas.

Verificou-se que, para ambos os casos (sistema isolado e sistema interligado com a RESP), a solução dispondo de um gerador fotovoltaico de 46,25 kW se afigura como adequada para gerar a energia elétrica necessária para os referidos serviços da *Good Mood* e que dispõe de índices de fiabilidade tais que se prevê que se encontrem operacionais em praticamente 100% do tempo, mesmo no sistema isolado da RESP.

Em síntese, as soluções propostas contemplam a instalação de:

- Cerca de 46,25 kWp de módulos fotovoltaicos TSMC Solar CIGS TS-165C2 de 165 Wp (em ambos os sistemas);
- Um gerador Diesel SDMO LSA 42.1 L8 C1/4 trifásico de 42 kVA (em ambos os sistemas);
- Um conversor bidirecional Leonic Apollo MTP-415F de 45 kW (apenas no sistema isolado da RESP);
- Um banco de baterias de acumuladores com 120 baterias Hoppecke OPzS solar power 620 de 2V/542 Ah, todas ligadas em série até perfaizerem o nível de tensão de 240V (apenas no sistema isolado da RESP).

**5.6. Dimensionamento e validação dos sistemas fotovoltaicos e respetivos inversores**

Após a realização dos processos de simulação e determinação da potência do aproveitamento fotovoltaico, encontram-se reunidas as condições para se proceder ao dimensionamento do respetivo gerador.



Este processo consiste na determinação da quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para se atingir o valor de potência necessária (neste caso 46,25 kWp) e da respetiva forma de interligação, designadamente a quantidade de *strings* necessárias e quantidade de módulos a considerar em cada uma das *strings*.

A determinação da quantidade de *strings* necessárias e do número de módulos a incluir em cada uma das *strings* depende de duas restrições características das entradas DC dos inversores selecionados, isto é, a gama de tensões admissíveis e da corrente máxima de entrada.

A primeira restrição influencia os números máximo e mínimo de módulos que se poderão ligar em série em cada *string*, enquanto a segunda restrição influencia o número máximo e mínimo de *strings* que podem ser ligadas a uma determinada entrada de um inversor.

Contrariamente ao disposto em 5.5, a potência de 46,25 kWp de módulos fotovoltaicos TSMC Solar CIGSTS-165C2, devido ao facto de a administração da *Good Mood* pretender que os módulos fotovoltaicos já existentes sejam integrados no novo sistema proposto.

No entanto, devido ao facto de o *software* Homer<sup>®</sup> apenas dispor da possibilidade de se simular um único tipo de módulo fotovoltaico, apenas se utilizou o módulo TSMC Solar CIGS TS-165C2 no processo de simulação por se considerar que a utilização dos restantes pouco influenciar o desempenho do sistema em termos de capacidade de geração de energia elétrica.

O processo de dimensionamento pode ser realizado através de cálculo manual, ou através de *softwares* – alguns deles disponibilizados por fabricantes de inversores. No presente caso, atendendo ao facto que o fabricante SMA dispõe de uma aplicação para o efeito, optou-se pela utilização da sua plataforma de dimensionamento *Sunny Design Web*<sup>1</sup>.

Atendendo à potência do gerador fotovoltaico (de 46,25 kW) – resultante do processo de dimensionamento, optou-se por adotar 2 inversores SMA Sunny Tripower 20000 TL [8] e 1 inversor Sunny Tripower 5000 TL [9].

Recorrendo à plataforma *Sunny Design Web*, o processo de dimensionamento resultou nas soluções descritas nos parágrafos seguintes.

Na **Figura 10** apresenta-se a composição do sistema fotovoltaico que se propõe ligar ao 1.º inversor de Sunny Tripower 20000 TL – o qual dispõe de 2 entradas independentes [8]. Propõe-se que lhe sejam ligados apenas módulos fotovoltaicos TSMC Solar CIGS TS-165C2, em que em ambas as entradas (A e B) se propõe que sejam ligadas 7 *strings*, cada uma com 9 módulos ligados em série.



**Figura 10** Janela do software Sunny Design Web com a validação do sistema fotovoltaico ligado ao 1.º inversor.

**O processo de dimensionamento pode ser realizado através de cálculo manual, ou através de softwares – alguns deles disponibilizados por fabricantes de inversores.**

Na **Figura 11** apresenta-se a composição do sistema fotovoltaico que se propõe ligar ao 2.º inversor de Sunny Tripower 20000 TL. Propõe-se que apenas sejam utilizados módulos fotovoltaicos TSMC Solar CIGSTS-165C2 na entrada A e que se utilizem módulos SOLON Black 130/04 – 130 Wp na entrada B, ligados da seguinte forma:

- Na entrada A: 14 *strings* dotada de 8 módulos em série;
- Na entrada B: 1 *strings* dotada de 14 módulos em série.



**Figura 11** Janela do software Sunny Design Web com a validação do sistema fotovoltaico ligado ao 2.º inversor.

Por fim, na **Figura 12** apresenta-se a composição do sistema fotovoltaico que se propõe ligar ao inversor de Sunny Tripower 5000 TL, o qual dispõe igualmente de 2 entradas distintas [9]. Propõe-se que sejam utilizados módulos fotovoltaicos Lorentz LA 90 – 12s 90 Wp e Lorentz LA 100 – 12s 100 Wp na entrada A e que se utilizem módulos BP solar 380 – 80 Wp na entrada B, ligados da seguinte forma:

- Na entrada A: 2 *strings* com 19 módulos em série;
- Na entrada B: 1 *strings* com 20 módulos em série.



**Figura 12** Janela do software Sunny Design Web com a validação do sistema fotovoltaico ligado ao 2.º inversor.

<sup>1</sup> [www.sunnydesignweb.com/sdweb](http://www.sunnydesignweb.com/sdweb)

Findo o processo de dimensionamento e de validação da compatibilidade entre os sistemas fotovoltaicos que se propõem ligar a cada inversor e os níveis de tensão e de corrente de entrada dos mesmos, verifica-se que se perze a potência de 46,25 kWp do gerador fotovoltaico, já que:

- **TSMC solar CIGS Solar Module TS-165C2:** 238 módulos × 165 Wp = 39,27 kWp;
- **Lorentz LA 90 – 12s:** 24 módulos × 90 Wp = 2,16 kWp;
- **Lorentz LA 100 – 12s:** 14 módulos × 100 Wp = 1,40 kWp;
- **SOLON Black 130/04:** 14 módulos × 130 Wp = 1,82 kWp;
- **BP solar 380:** 20 módulos × 80 Wp = 1,60 kWp;
- **Total:** 310 módulos fotovoltaicos, perfazendo precisamente 46,25 kWp.

Para melhor elucidação acerca da forma de ligação dos diversos componentes propostos para ambos os sistemas, canalizações elétricas, órgãos de corte e proteção e ligações à terra, elaboraram-se os projetos completos das instalações elétricas dos SEH propostos.

Devido à impossibilidade de apresentar a totalidade desses projetos neste documento, **na secção 6 da versão estendida do presente artigo** apresenta-se uma breve descrição da conceção desses sistemas, bem como os respetivos esquemas elétricos de princípio.

### 6. Estimativas orçamentais dos SEH propostos

Após a realização do dimensionamento e do projeto de ambos os SEH propostos, o último passo do presente trabalho consistiu na realização das estimativas orçamentais dos mesmos.

Devido ao facto de se pretender que os sistemas sejam executados por técnicos da *Good Mood*, os custos com a mão-de-obra não foram considerados no presente estudo.

Por outro lado, como se pretende igualmente que as estruturas de suporte e fixação dos módulos fotovoltaicos sejam construídas por funcionários da *Good Mood*, apenas se consideraram os custos dos materiais necessários para o efeito.

Nestes termos, nas **Tabelas 4 e 5 da versão estendida do presente artigo**, apresentam-se as estimativas orçamentais, respetivamente, dos SEH isolados e interligados com a RESP, cujos montantes se estimam ser, respetivamente de 95150€ e 61125€.

Conforme expeável, verifica-se que o SEH com interligação à RESP dispõe de um custo inferior ao isolado da mesma. Tal facto deve-se à não consideração do banco de baterias de acumuladores e do conversor bidirecional na configuração do mesmo.

### 7. Conclusões

O presente estudo visou a proposta de soluções que possibilitem que a energia necessária para os serviços da *Good Mood* disponha de uma fração renovável o maior possível dentro de critérios técnico-económicos considerados razoáveis.

Os recursos renováveis são um elemento fundamental para a autossustentabilidade deste projeto. A sua caracterização é, portanto, um elemento fundamental para a conceção e dimensionamento de sistemas renováveis para abastecimento de necessidades energéticas de diversas aplicações.

Para que seja possível realizar o dimensionamento dos referidos SEH procedeu-se ao levantamento das cargas a abastecer, dos recursos renováveis e dos recursos não renováveis disponíveis.

O dimensionamento destes sistemas foi realizado com auxílio dos *softwares* Homer Energy® e SMA Sunny Design Web. Das combinações possíveis o principal fator de escolha assentou na potência do gerador fotovoltaico. O *software* SMA Sunny Design Web permitiu neste projeto determinar a quantidade exata de módulos fotovoltaicos, ajudar na seleção dos inversores necessários, e verificar se as restrições em termos de tensões e correntes das respetivas entradas não são violadas.

**Verifica-se que o SEH com interligação à RESP dispõe de um custo inferior ao isolado da mesma. Tal facto deve-se à não consideração do banco de baterias de acumuladores e do conversor bidirecional na configuração do mesmo.**

Em ambos os SEH propostos foram adotados inversores tipicamente utilizados em sistemas ligados à rede, pelo que os mesmos necessitaram de um equipamento que estabeleça as tensões da rede para que os mesmos se sincronizem devidamente.

O equipamento adotado para o efeito foi um conversor bidirecional o qual, além dessa função, permite ainda proceder ao carregamento das baterias aquando da existência de excesso de produção na rede e de injetar na rede a energia armazenada nas baterias em situações de insuficiência de produção.

Outra característica do SEH isolado da RESP é a sua modularidade. Devido ao facto de todos os geradores renováveis injetarem a energia gerada num barramento AC é possível ir interligado mais sistemas a esse ponto (verificando sempre se existe a necessidade de reforçar condutores, barramentos e outros componentes elétricos para as intensidades de corrente elétrica máximas previstas), bem como de interligar mais conversores bidirecionais funcionando em paralelo.

O SEH ligado à RESP não dispõe do conversor bidirecional nem do banco de baterias de acumuladores, dado que nos casos de excesso de produção de energia elétrica, o excesso é exportado para a RESP e, em casos de falta, o défice é fornecido pela mesma (tal como em qualquer instalação de autoconsumo ao abrigo do Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro).

O grande problema deste tipo de sistemas, conforme se pode verificar nas estimativas orçamentais apresentadas, é ainda o elevado custo dos componentes, tornando os sistemas totalmente isolados da RESP inviáveis em termos económicos em zonas em que se dispõe de rede elétrica nas proximidades (tal como no presente caso).

Por fim, cabe à administração da *Good Mood* decidir qual dos sistemas a adotar, sendo que ambos permitem melhorar as condições de exploração das instalações de utilização de energia elétrica, bem como de diminuir a utilização do gerador Diesel existente – o qual atualmente gera grande parte da eletricidade lá consumida.

### Referências bibliográficas

- [1] "Good Mood Booklet 2012, [www.goodmood.org/booklet2012](http://www.goodmood.org/booklet2012), acessado em 14 de maio de 2015";
- [2] "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, acessado em 10 de abril de 2015";
- [3] "Homer Energy software, [www.homerenergy.com/software.html](http://www.homerenergy.com/software.html), acessado em 18 de maio de 2015";
- [4] "Sunny Design Web, [www.sma.de/en/products/planning-software/sunny-design-web.html](http://www.sma.de/en/products/planning-software/sunny-design-web.html), acessado em 18 de maio de 2015";
- [5] "TSMC CIGS series high-efficiency solar module, [www.hengs.com/pdf/TS\\_CIGS\\_Series\\_C2\\_Datasheet\\_EU-EN\\_01-2015.pdf](http://www.hengs.com/pdf/TS_CIGS_Series_C2_Datasheet_EU-EN_01-2015.pdf), acessado em 10 de abril de 2015";
- [6] "OPzS solar power – Hoppecke, [www.hoppecke.pl/plik/115,opzs-solar-power-en.pdf](http://www.hoppecke.pl/plik/115,opzs-solar-power-en.pdf), acessado em 18 de abril de 2015";
- [7] "Leonics Apollo 410 series, [www.leonics.com/product/renewable/inverter/di/M-410-090.pdf](http://www.leonics.com/product/renewable/inverter/di/M-410-090.pdf), acessado em 28 de abril de 2015";
- [8] "Sunny Tripower 20000TL / 25000TL, [www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-20000tl-25000tl](http://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-20000tl-25000tl), acessado em 12 de abril de 2015";
- [9] "Sunny Tripower 5000TL – 12000TL, [www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-5000tl-12000tl.html](http://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-5000tl-12000tl.html), acessado em 13 de abril de 2015". 