

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2008/2009



TII

DOCUMENTO DE TRABALHO

O TEXTO CORRESPONDE A UM TRABALHO ELABORADO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO CPOFA08, NO IESM, SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**Adopção de medidas pelas Unidades da Força
Aérea rumo à auto-suficiência energética**

**JOSÉ VICENTE DA COSTA CASTRO
CAP/TINF**



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**Adopção de medidas pelas Unidades da Força Aérea rumo
à auto-suficiência energética**

CAP/TINF José Vicente da Costa Castro

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 08/09

Lisboa 2009



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

Adopção de medidas pelas Unidades da Força Aérea rumo à auto-suficiência energética

CAP/TINF José Vicente da Costa Castro

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 08/09

Orientador:

TCor/TMMA Vale Lima

Lisboa 2009



Agradecimentos

Sendo o trabalho de pesquisa um trabalho individual e na maior parte das vezes solitário, a sua realização depende, no entanto, da colaboração de várias pessoas por vezes anónimas cujos contributos e disponibilidade não podem ser dissociados do resultado final. A todos os que abnegadamente me ajudaram e me incentivaram os meus agradecimentos.

Às várias firmas e instaladores que me forneceram orçamentos, me aconselharam e me ensinaram, a minha gratidão.

Ao pessoal do Grupo de Apoio do COFA, e em especial ao Major Vítor, sem o contributo do qual não teria sido possível a realização deste trabalho, um grande obrigado.

Ao meu orientador, o TCOR Vale Lima que com a sua paciência e disponibilidade me convenceu que nunca é tarde para mudar, me apresentou alternativas e me mostrou o caminho, o meu reconhecimento.

Para ti, Aida, que mais uma vez viste quebradas as promessas de estar presente quando precisas, as minhas desculpas...



Índice

Introdução.....	1
1. O contexto actual	4
a. Ao nível global	4
b. Ao nível nacional	5
c. Situação na Força Aérea.....	5
d. Situação no Comando Operacional da Força Aérea.....	6
(1) Energia eléctrica	6
(2) Gás natural	7
2. Análise de algumas fontes de captação de Energia Eléctrica	8
a. Necessidades energéticas do COFA.....	8
b. Análise de alguns valores	9
c. Energia eólica.....	10
d. Energia solar fotovoltaica.....	12
3. Factores de consumo.....	17
a. Ar condicionado do Bunker	17
b. Água Quente Sanitária	17
c. Iluminação.....	20
Conclusões.....	23
Bibliografia.....	27
ANEXO A – Corpo de Conceitos	A-1
ANEXO B – Consumos eléctricos do COFA.....	B-1
ANEXO C – Consumos de gás	C-1
ANEXO D – Consumos de água	D-1
ANEXO E – Tarifas de venda de energia eléctrica	E-1
ANEXO F – Retorno do investimento	F-1
ANEXO G – Orçamento Microgeração	G-1
ANEXO H – Aerogeradores.....	H-1
ANEXO I – Vista aérea do COFA	I-1
ANEXO J – Inquérito.....	J-1



Índice de figuras

Figura 1 – Consumos de energia eléctrica no COFA.....	7
Figura 2 – Consumos de Novembro de 2008.....	9
Figura 3 – Tabela comparativa dos dados de vários Sistemas.....	14
Figura 4 – Dados relativos aos vários alojamentos.....	19
Figura 5 – Iluminação de uma vivenda com lâmpadas de leds de 1 watt.....	21
Figura 6 – Comparação de consumos.....	22



Resumo

Este trabalho de investigação tem como objectivo analisar os diversos métodos de produção e captação de energia e de outros recursos necessários, de modo a adequar a sua utilização à realidade da Força Aérea. Para isso utiliza-se como objecto de estudo o Comando Operacional da Força Aérea (COFA).

Assim, foi feita uma análise das várias fontes de energia disponíveis e dos processos ou métodos utilizados para a sua obtenção. Em seguida foram analisados os agentes responsáveis pelo consumo dessa mesma energia.

Nos vários casos foram feitas comparações entre os sistemas implementados e os alternativos de modo a verificar se estamos em todos eles a utilizar a opção mais eficiente.

A metodologia utilizada passa por questionar se, em função da actual conjuntura energética e económica, se justificará uma alteração profunda dos métodos e procedimentos utilizados na obtenção da energia necessária.

São colocadas hipóteses sobre as várias situações sendo testadas através de informações recolhidas e de entrevistas.

O resultado obtido com esta análise mostra-nos que há caminhos alternativos para chegar ao mesmo sítio, e por vezes mais além.

No final deste trabalho são elaboradas algumas recomendações com vista à possível implementação de alternativas apresentadas, de modo a dar utilidade prática às conclusões obtidas durante a investigação.



Abstract

The purpose of this investigation is to study and examine the various methods of production and collection of energy and other resources needed and to adapt its use to the reality of the Air Force. For that is used as the object of study the Air Force Operational Command (COFA).

It was made an analysis of various sources of energy available and the procedures or methods to obtain that energy. After that we analyze the agents that we consider responsible for the consumption of that energy.

In several cases comparisons are made between the systems implemented and the alternative to see if we are always using the most efficient option.

The methodology used is to ask, considering the current energy situation and economic evidence, if a profound change of methods and procedures used in obtaining the necessary power will be justified and necessary.

Assumptions are placed on the various situations being tested through information gathered and some interviews.

The gotten results of this analysis show us that there are alternative ways to reach the same objective, and sometimes to go beyond.

Finally this document describes the findings and points some recommendations towards the practical application of its conclusions.



Palavras-chave

Alternativas

Combustíveis

Consumo

Energia

Energias Renováveis

Microgeração

Recursos



Lista de Abreviaturas

- APREN – Associação Portuguesa de Energias Renováveis
- AQS – Água Quente Sanitária
- CAOC 10 – *Combined Air Operations Center*
- CME – Centro de Manutenção Electrónica
- COFA – Comando Operacional da Força Aérea
- EDP – Electricidade de Portugal
- FAP – Força Aérea Portuguesa
- GWh – GigaWatt (equivalente a 10^9 Wh)
- IAEFA – Instituto dos Altos Estudos da Força Aérea
- IESM – Instituto de Estudos Superiores Militares
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)
- JALLC – *Joint Analysis and Lessons Learned Centre*
- KWh – Unidade de medida de energia durante uma hora (10^3 Wh)
- MWh – MegaWatt (equivalente a 10^6 Wh)
- REN – Redes Energéticas Nacionais
- SPAFA – Sistema de Protecção Ambiental da Força Aérea
- SPES – Sociedade Portuguesa de Energia Solar
- UE – União Europeia



Introdução

“...Privilegiar a aposta nas energias renováveis, contribuindo para salvaguardar o património ambiental para as gerações futuras, para o aproveitamento de recursos energéticos nacionais disponíveis, respeitando os compromissos assumidos no quadro do protocolo de Quioto e, no contexto comunitário, a meta de 39% de produção eléctrica bruta a partir de energias renováveis em 2010.”

Programa do XVII Governo Constitucional

Numa altura em que a crise energética assume contornos cada vez mais preocupantes e em que os recursos que se julgavam infinitos tendem a esgotar-se, sendo necessário, nas instituições militares em geral, e na Força Aérea em particular, cada dia chegar mais longe com orçamentos cada vez mais reduzidos, a procura de alternativas começa a apresentar-se, não apenas como uma obrigação moral, mas também como uma necessidade.

Não cabe no âmbito deste trabalho propor qualquer método de sensibilização para a redução dos consumos energéticos ou mesmo investigar a razão ou as razões que tornam os consumos na Força Aérea tão elevados. Propomo-nos sim, investigar se haverá outros métodos mais eficientes, mais económicos e mais ecológicos de produzir a mesma quantidade de energia. A hipotética redução do consumo energético será, assim, analisada com base nos equipamentos que a consomem e não nas alterações de hábitos.

Não pretendemos alcançar a auto-suficiência, mas investigar se é possível avançar nesse sentido e, como tal, vamos debruçar-nos não apenas sobre a hipótese de produzirmos alguma da energia que consumimos, mas também, investigar se o processo de captação ou o tipo de energia escolhido são os adequados, tendo em consideração não só os factores económicos como também ambientais. A consciência global de que muito tem que ser feito em pouco tempo neste domínio, justifica, por si só, a escolha do tema. Falta agora levar ainda mais longe essa consciência de modo a compreendermos que não estamos a falar de uma opção mas de uma necessidade e que, neste campo, pode estar a ser jogada a nossa própria sobrevivência.



Objecto de Estudo e delimitação

Este estudo vai centrar-se nas alterações que, eventualmente, possam ser efectuadas em relação ao modo como a energia é obtida e investigar se o tipo de equipamentos utilizados, enquanto consumidores de energia, para a realização de um trabalho, é o mais eficiente.

Se as limitações de tempo o permitirem, propomo-nos efectuar investigações não apenas no campo da produção de energia eléctrica, analisando as vantagens e desvantagens (se as houver) da captação desta energia que consumimos, como também na possibilidade da diminuição de despesas, tendo como principal suporte a eficiência.

Devido a limitações geográficas e temporais o estudo centrar-se-á fundamentalmente no COFA, podendo, eventualmente, as conclusões que vierem a ser retiradas ter aplicabilidade noutras Unidades da Força Aérea.

Objectivos da Investigação

a. Objectivo Geral

Procura de alternativas que possibilitem uma cada vez menor dependência de entidades externas, quer através da optimização dos recursos já existentes, quer através da utilização de novos recursos, tendo em vista não só a vertente económica como também a ambiental.

b. Objectivos Específicos

- Averiguar a possibilidade de produção da energia eléctrica necessária através da captação de energia solar fotovoltaica e/ou eólica.
- Estudar a possibilidade de substituição de alguns equipamentos por outros de menor consumo e com a mesma funcionalidade.
- Investigar se para cada fim a fonte de energia utilizada é a que melhor se adequa.

Metodologia, Percurso e Instrumentos

O método adoptado para este trabalho de investigação passou, inicialmente, por uma fase de exploração, recorrendo à leitura de documentos relacionados com o tema, a entrevistas e pedidos de orçamentos a entidades e empresas ligadas às energias renováveis.



Foram também realizadas entrevistas exploratórias com responsáveis de alguns serviços da FAP, no sentido de investigar qual o estado actual em relação a este tema.

Toda a investigação foi orientada de modo a tentar responder à seguinte Questão Central:

“De que forma uma alteração nos processos de obtenção e de consumo de energia nas Unidades da Força Aérea pode contribuir para a auto-suficiência energética?”

Associadas a esta Questão Central serão ainda objecto de apreciação as seguintes Questões Derivadas:

QD1 - Será economicamente viável produzirmos a energia eléctrica que consumimos?

QD2 - Os equipamentos e outros agentes de consumo utilizados na FAP serão os mais eficientes?

Com o intuito de responder a estas questões, foram analisadas algumas opções de captação de energia eléctrica, particularmente eólica e fotovoltaica. Foi ainda feita uma análise dos equipamentos consumidores de energia procurando verificar se o mesmo resultado poderia ser conseguido com menores gastos energéticos. Considerámos, assim, como objectivo testar as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: *A instalação de um sistema de produção de energia no COFA tornar-se-á rentável a médio prazo.*

Hipótese 2: *A substituição de alguns equipamentos pouco eficientes trará benefícios significativos em termos de poupança energética.*

Hipótese 3: *A opção por fontes de energia diferentes pode, em alguns casos, permitir a realização do mesmo trabalho com menores consumos.*

Este trabalho foi, assim, estruturado de acordo com os seguintes capítulos:

No primeiro capítulo foi feita uma abordagem à situação actual quer ao nível nacional, quer ao nível europeu e mundial, no âmbito das energias alternativas e preocupações ambientais.

No segundo capítulo fez-se uma análise das necessidades energéticas do COFA, e investigou-se a existência de processos diferentes dos utilizados para satisfazer essas



necessidades, nomeadamente através da captação de energia eólica e energia solar fotovoltaica.

No terceiro capítulo debruçámo-nos sobre alguns dos sistemas onde essa energia é consumida e tentámos perceber se para a realização desse trabalho se justificará o consumo que cada um deles apresenta.

Por fim, são apresentadas as conclusões.

1. O contexto actual

a. Ao nível global

A comunidade internacional é hoje unânime em admitir que as alterações climáticas, a diminuição da camada de ozono ou o aquecimento global são problemas para a resolução dos quais todos temos obrigação de contribuir. As temperaturas globais poderão aumentar entre 2°C e 6,3°C até 2100 e o nível médio das águas do mar entre 22 a 58 cm, dependendo do rumo e das opções que tomarmos (IPCC, 2007). Nesta década as catástrofes naturais associadas ao clima foram três vezes mais do que na década anterior. Se aliarmos a isto a instabilidade do preço do petróleo e a certeza de que se trata de um recurso finito, compreendemos que será a altura ideal para uma tomada de consciência global da necessidade de mudança.

Como resultado dessa consciência muito já foi feito e, aparentemente, estamos no rumo certo. Ao nível mundial, prevê-se, apenas no sector da energia eólica, a criação de 1.000.000 de novos postos de trabalho até 2010¹. A Comissão Europeia apresentou em Janeiro de 2007 um pacote de medidas em que se propunha reduzir em 20% as emissões dos gases com efeito de estufa até 2020, reduzir no mesmo período o consumo de energia da União Europeia (UE) também em 20% e atingir nas energias renováveis 20% do consumo energético total. A longo prazo, tem também alguns objectivos ambiciosos, tais como: a redução das emissões globais até 2050 em 50%, tendo como referência o ano de 1990; a redução das emissões nos países industrializados em 30% até 2020 e a limitação das emissões nos países em vias de desenvolvimento de modo a atingirem o máximo até 2020 e diminuírem a partir dessa altura.

¹ <http://www.internationalrenewablesenergy.com>



b. Ao nível nacional

No Conselho de Ministros de 4 de Novembro de 2004 foi aprovada uma resolução com a designação “*Programa de Actuação para reduzir a dependência de Portugal face ao Petróleo*”, que propunha um conjunto de medidas por sectores de actividade de modo a atingir os objectivos pretendidos: no sector energético, previa-se o aumento significativo da produção de energia produzida através de fontes renováveis e a liberalização dos mercados energéticos; no sector dos transportes previa-se a criação de incentivos com vista à utilização dos transportes públicos e à renovação da frota de veículos, aumentando a eficiência no transporte de mercadorias através do desenvolvimento de infra-estruturas logísticas; no sector da indústria seriam dados incentivos para utilização de energias renováveis e para o aumento de eficiência dos processos produtivos; no sector dos serviços e do consumo doméstico previa-se o aumento da eficiência energética dos edifícios e o incentivo à utilização de equipamentos eléctricos mais eficientes.

No campo da energia solar têm sido feitos grandes investimentos, concretamente, aquela que já foi a maior central fotovoltaica do mundo, em Serpa, constituída por 52.000 painéis fotovoltaicos (com uma potência total de 11 MegaWatt), que transformam a radiação solar em electricidade suficiente para suprir as necessidades de consumo de 8.000 pessoas. Para além desta, foi recentemente concluída na freguesia da Amareleja a actual maior do mundo, com uma capacidade instalada de 46,41 MegaWatt composta por 262.080 painéis solares.² Foram também assumidos pelo Governo Português alguns compromissos nesta área,³ traduzindo em valores concretos as intenções anteriormente manifestadas, tais como: atingir 45% de electricidade e chegar aos 10% de biocombustíveis até 2010; reforçar a potência das centrais hidroeléctricas actuais, permitindo aumentar em 1.300 MegaWatt a potência hídrica existente; encerrar as centrais térmicas a fuel e substituir uma percentagem do carvão utilizado nas restantes por biomassa ou resíduos.

² http://www.portaldemoura.com/index.php?Itemid=285&id=739&option=com_content&task=view

³ <http://www.presidencia.pt/?idc=24&idi=4222&action=7>



c. Situação na Força Aérea

A Força Aérea reflecte um pouco o que se passa no exterior: o tema agrada a muita gente e já faz parte da consciência colectiva mas, embora muito se fale sobre o assunto, pouco se tem feito. Já foram efectuados alguns estudos sobre a viabilidade da instalação de aerogeradores para produção de energia eólica em Montejunto, mas nunca se passou à prática⁴. Os poucos exemplos que se possam apresentar não passam de tentativas isoladas, não havendo um objectivo geral definido.

Em termos meramente académicos têm sido feitos alguns estudos sobre o assunto, entre os quais:

- “Racionalização dos consumos de Energia” de Paulo Gonçalves, CGGA 05/06: IAEFA;
- “Projecto Eólico para o COAA” de António Santos, CGGA 05/06: IAEFA;
- “Gestão de Energia em Unidades da Força Aérea” de João Henriques, CPOS 06/07: IESM.

A FAP adoptou o Sistema de Protecção Ambiental da Força Aérea (SPAFA), que se traduz na redução do consumo de energias tradicionais e utilização crescente de energias renováveis, de modo a cumprir a sua parte no desenvolvimento sustentado do País. O cumprimento dos compromissos assumidos traduz-se agora pela passagem da teoria à prática. O caminho a seguir está há muito indicado, mas é fundamental trilhá-lo em conjunto.

d. Situação no Comando Operacional da Força Aérea

(1) Energia eléctrica

A entrada de energia eléctrica no COFA processa-se por dois pontos que correspondem a dois contratos diferentes e independentes: pelo Posto de Transformação (PT) do Comando, que apenas alimenta o Edifício do Comando, e pelo PT1 que alimenta o resto da Unidade. O PT1 tem, por isso, várias saídas (que tem a ver com as dependências antigas - BOTP1,CTP,CME):

⁴ Entrevista exploratória Major Santos



- Uma para o *Bunker Alfa*, que alimenta essa infra-estrutura;
- Uma para o PT do CME, que alimenta esse edifício;
- Uma para o PT4, que alimenta o edifício do JALLC e a estação elevatória de água (no exterior da Unidade, junto ao Viaduto Duarte Pacheco) e a estação de pressurização de água;
- Uma para o PT do Moinho do Alferes;
- Uma para o PT3, que alimenta a Messe de Monsanto, o Edifício do Grupo de Apoio e as Messes Gerais;
- Uma para a zona do aquartelamento.

A corrente entra a 10.000 Volts em qualquer dos dois pontos, saindo do transformador do PT1 para todos os outros com essas características, excepto para a zona do aquartelamento, de onde sai a partir do transformador de 220/400 Volts.

A razão de consumo entre estes dois pontos, considerando as médias do último ano situa-se na ordem de 1 para 30 (Fig. 1). Há dois factores responsáveis por essa disparidade: a alimentação eléctrica do *Bunker* (com uma actividade de 24 horas por dia e uma grande quantidade de aparelhos de ar condicionado de tecnologia ultrapassada e pouco eficientes) e da estação elevatória que permite puxar toda a água consumida na Unidade⁵. Para além disso a água ainda tem que ser paga o que (para além do consumo eléctrico) tem implicado uma despesa mensal entre os 12.000 e os 18.000 euros nos últimos anos (anexo D).

	Potência Instalada	Potência Contratada	Consumos Anuais	Custos Anuais
Edifício do Comando	50 KVA	46.66 KW	141 738 KWh	12 106 €
Bunker e Restantes	1865 KVA	795,38 KW	4 110 425 KWh	351 052 €
Totais	1115 KVA	832.04 KW	4 252 163 KWh	363 158 €

Figura 1 – Consumos de energia eléctrica no COFA

(2) Gás natural

O COFA tem um contrato de fornecimento de gás natural com a Lisboagás para alimentação das caldeiras para Água Quente Sanitária (AQS), para aquecimento dos vários

⁵ Entrevista Major Borges Ferreira



edifícios e alojamentos, e ainda para abastecimento das messes. A factura total inclui estas três componentes e, pelo menos nesta fase, sem instalação de contadores localizados, é impossível separar e analisar cada uma delas. Seria previsível que nos meses de Verão, em que o aquecimento está desligado, o consumo de gás fosse menor mas nem sempre isso acontece. A comparação dos mesmos meses em diferentes anos, devido à grande disparidade de valores entre eles, não nos permite tirar conclusões seguras (anexo C). Por esta razão, o único facto que temos como certo é que os consumos totais anuais variam entre os 150.000 e os 200.000 euros.

2. Análise de algumas fontes de captação de Energia Eléctrica

a. Necessidades energéticas do COFA

As necessidades de energia eléctrica do COFA têm sido bastante regulares, rondando os 370.000 kWh mensais (anexo B), o que equivale, em média, a um consumo de 514 kW gastos durante uma hora. Para satisfazer plenamente estas necessidades sem dependermos da EDP, teríamos que ter um sistema que fornecesse permanentemente esta potência. Como se trata de uma média, existem variações nos dois sentidos e picos de consumo, os quais o sistema não estaria preparado para suportar. Para além desta limitação, independentemente do sistema – ou mesmo da combinação de sistemas – escolhido, haveria alturas em que o fornecimento seria nulo ou quase nulo (o sistema solar fotovoltaico apenas produz energia quando há sol e o eólico quando a velocidade do vento é suficiente para fazer funcionar a turbina). Para resolver esta situação teríamos duas alternativas: armazenar toda a energia produzida através de um sistema de baterias, ou manter uma ligação à Rede Energética Nacional (REN).

A primeira alternativa não nos pareceu economicamente viável por diversas razões: atendendo a que todo o Sistema de Defesa Aérea Nacional e *Combined Air Operations Center* (CAOC 10) dependem da energia eléctrica para se manterem a funcionar, seria necessária uma quantidade de baterias suficiente para garantir o fornecimento durante alguns dias a estes sistemas, considerados vitais, nos casos em que não houvesse sol ou vento suficiente por períodos prolongados. Porque não se conhece nenhum caso idêntico que nos sirva de exemplo, fez-se uma análise proporcional entre uma potência instalada de 2,34 kW para uma autonomia de três dias que necessita de quatro baterias de 250 Ah⁶ e

⁶ www.ws-energia.com/pacotes/WS%20-%20Habitacao%202340%20W.pdf



chegou-se à conclusão de que seriam precisas 880 baterias do mesmo género (ou o equivalente em capacidade). Uma vez que cada bateria deste tipo ficaria em cerca de 200 euros⁷ e tem uma vida útil entre três e sete anos, teríamos, apenas para armazenamento, uma despesa de cerca de 176.000 euros, repetida dentro de alguns anos.

Quanto à segunda alternativa, poderemos analisá-la sob diversas vertentes. Um aspecto a considerar é que continuaríamos a ser clientes da EDP tendo, no entanto, duas opções, dependendo da potência instalada, do ponto e do modo como fosse feita a ligação à REN e ainda dos objectivos pretendidos:

- Produzir parte da energia e comprar a restante.
- Vender toda a energia produzida e comprar toda a necessária.

Em nenhum dos casos, independentemente de qual fosse a potência instalada, seria comprometido o normal funcionamento dos serviços da Unidade. A energia produzida permitiria, respectivamente, diminuir o consumo, e conseqüentemente o valor da factura, ou permitir com o produto da venda à REN pagar parte ou o total da factura mensal. De referir, ainda, que os valores de venda de energia eléctrica à rede variam conforme o meio de produção, o que justifica uma análise mais detalhada deste aspecto, que faremos mais adiante.

b. Análise de alguns valores

O contrato efectuado com a EDP prevê quatro valores diferentes a pagar por kWh conforme o período do dia em que é efectuado o consumo. Vamos utilizar como exemplo Novembro de 2008 (o mês mais recente de que dispomos), discriminando os consumos por tipo, com indicação das respectivas quantidades e preço por kWh.

Tipo	Quantidades (kWh)	Preço Unitário (Euros)
Activa super vazio	52996	0,0434
Activa vazio normal	84140	0,0464
Activa ponta	65688	0,1007
Activa cheias	162471	0,0734

Figura 2 – Consumos de Novembro de 2008

⁷ www.troquedeenergia.com/index.php?op=6&table=5&id=87



Podemos verificar que os valores que teremos que pagar por kWh variam entre 0,0434 e 0,1007 euros (Fig. 2). Quanto aos valores a que a EDP nos compraria a energia eléctrica, variam, não com o período diário, mas com o meio de produção. E a situação aparenta ser vantajosa do ponto de vista do produtor. Como exemplo podemos referir que a energia eólica seria vendida a 0,074 euros (anexo E), o que equivale ao preço médio da energia que consumimos. No entanto, a energia solar fotovoltaica seria vendida a 0,311 euros, ou seja, quatro vezes mais do que a média do valor de compra, devido aos incentivos atribuídos às energias renováveis. Este valor é assegurado durante 15 anos, estando a sua garantia prevista na lei⁸, tal como acontece, por exemplo, com a electricidade produzida na central fotovoltaica de Serpa.⁹

c. Energia eólica

Vamos agora analisar, mais em pormenor, a possibilidade de produção de energia eólica. A média de consumo de energia eléctrica do COFA, nos últimos anos, é de 4.500.000 kW anuais. Consideremos como objectivo produzir este valor anualmente, de modo a garantir que o produto da venda cubra com segurança as despesas com a compra. Como vimos, tratando-se de energia eólica o valor de venda é igual à média do valor de compra. A quantidade de energia eólica produzida por um gerador situa-se entre 25 e 30% da sua potência¹⁰, uma vez que para o aerogerador começar a trabalhar é necessário que a velocidade do vento atinja no mínimo 2,5 m/s e porque o melhor desempenho é atingido por volta dos 12 m/s, variando no entanto estes dados de acordo com o modelo seleccionado. Necessitaríamos, por isso, para manter as contas equilibradas, de ter uma potência instalada de cerca de 2.000 kW de modo a garantir uma produção anual de 4.500.000 kW¹¹. Isto tanto poderia ser conseguido com a instalação de vários aerogeradores de menor potência como por exemplo o modelo “Proven” de 15 kWh (o que implicaria a construção de um parque eólico com 135 aerogeradores), como, instalando apenas um aerogerador, com uma potência de 2.000 kWh, caso do modelo “Enercon E-70” (anexo H). No primeiro caso, embora a altura dos aerogeradores apenas atingisse os 20

⁸ O Decreto-Lei nº189/88 de 27 de Maio, rectificado pelo Decreto-Lei nº 225/2007 de 31 de Maio, fixa os valores de venda de energia conforme o meio de produção e prevê no seu art.º 1 que “a actividade de produção de energia eléctrica pode ser exercida por pessoas singulares ou colectivas, de direito público ou privado, independentemente da forma jurídica que assumam”

⁹ http://www.aecops.pt/pls/daecops2/pnews.build_page?text=18695151

¹⁰ Entrevista exploratória engenheiro Augusto Teixeira

¹¹ Este consumo anual equivale a um gasto médio de 514 kW por hora. Como vimos será necessária uma potência instalada cerca de 4 vezes superior.



metros, já considerando o diâmetro das pás, obrigaria a uma grande área de dispersão alterando esteticamente todo o complexo da Unidade. De acordo com os dados disponíveis os custos com a instalação de aerogeradores rondam os 1.000 euros por kW instalado, com todas as despesas incluídas¹². A instalação de um sistema deste tipo teria assim um encargo de aproximadamente 2.000.000 euros. Como a despesa anual com o consumo de energia eléctrica se situa à volta dos 360.000 euros, a recuperação do investimento seria feita num prazo inferior a 6 anos uma vez que não é previsível que nesse período se venham a verificar quaisquer despesas de manutenção.

Para todos estes cálculos assumimos desde o início a segunda opção (vender toda a energia produzida e comprar toda a necessária) pois se apenas produzíssemos para consumo próprio, quando as condições de vento fossem as ideais e a produção fosse 2.000 kW estaríamos a desperdiçar 75% da energia produzida, ou mais, no caso de isso se verificar durante a noite, no período de menor consumo. Deste modo, também não teremos problemas no período em que não houver vento suficiente para fazer funcionar o sistema.

Há, no entanto, alguns aspectos a ter em consideração. O ponto de ligação à rede teria que ser feito num posto de seccionamento de Média Tensão, fora da Unidade, e teria que ser instalada uma linha com essas características até esse ponto. Pelo que foi possível apurar dos contactos efectuados com a EDP o posto mais próximo fica no Bairro da Serafina (a cerca de 650 metros em linha recta). Este facto pode provocar variações no orçamento.

Para um investimento com estas características há, ainda, um pormenor muito importante a ter em consideração: é necessário ter a certeza completa que o vento nessa zona tem as características para tornar o sistema rentável. E isto não pode ser conseguido com mapas de ventos ou modelos matemáticos por mais avançados que sejam, pois nenhuma dessas opções nos pode fornecer as características exactas de um determinado ponto. Embora não seja o processo mais “científico”, por vezes usam-se como instrumentos de medida pequenos aerogeradores que custam apenas umas centenas de euros e fazem-se verificações durante alguns meses para tirar conclusões.¹³ Num caso desses poderemos também não ficar na posse de toda a verdade, pois esses pequenos aerogeradores são normalmente instalados em torres de 8 a 10 metros e um gerador de 2.000 kW fica habitualmente a uma altura que varia entre os 60 e os 120 metros, onde as

¹² <http://www.dgge.pt>

¹³ Entrevista engenheiro Augusto Teixeira



características do vento são completamente diferentes. Há, no entanto, empresas certificadas para fazerem medições a 50 ou mesmo 100 metros de altura e, hoje em dia, para um investimento desta grandeza, que envolva crédito bancário, é exigido um período de testes de medição no mínimo de um ano.¹⁴

Em função do exposto, e pelos estudos efectuados, pode-se concluir que a viabilidade desta opção confirmaria a **hipótese 1**: “A instalação de um sistema de produção de energia no COFA tornar-se-á rentável a médio prazo”, e consequentemente permitiria responder à primeira Questão Derivada. No entanto, não nos é possível no tempo e nas condições de que dispomos efectuar todos os testes necessários de modo a podermos garantir a sua rentabilidade.

d. Energia solar fotovoltaica

Outra alternativa é a captação de energia através de painéis solares fotovoltaicos. A produção de energia eléctrica num sistema deste tipo tem como base um conjunto de células fotovoltaicas associadas em série e em paralelo, que convertem a radiação solar em electricidade. O conjunto dessas células, que pode variar em número, constitui um painel. Dependendo do número e da eficiência das células que constituem cada painel, a sua dimensão e potência são variáveis. No entanto, os mais vulgares têm uma área entre 1,20 e 1,80 m² e uma potência entre 160 e 230 watts. Para a geração de electricidade, este sistema não necessita de sol mas apenas de luz e, embora a presença do sol possa melhorar o rendimento e aumentar a produção de energia, as elevadas temperaturas tem um efeito oposto. Há algumas considerações que nos parece importante salientar relativamente a esta alternativa:

- Portugal dispõe de 2.500 a 3.000 horas de sol por ano, enquanto na Europa Central estes valores se situam entre as 1.500 e as 1.700, sendo, apesar disso, dos países que menos investe na energia solar;
- o objectivo de Portugal era a instalação de 1.000.000 m² de painéis solares até 2010. Neste momento estamos apenas próximo dos 300.000 e a progredir a um ritmo médio de 30.000 m²/ano. A título de exemplo, a Grécia, com o mesmo número de habitantes, instala por ano cerca de 250.000 a 300.000 m², tendo já atingido próximo dos 4.000.000 m². Ainda como exemplo, podemos referir que

¹⁴ <http://www.resec.cz/en/web/wind-energy/measuring-wind/>



a Alemanha, com apenas 1.200 a 1.700 horas de sol anuais, tem já instalados mais de 1.300 MW (cerca de cem vezes a potência instalada em Portugal);¹⁵

- cada MW instalado implica um investimento aproximado de 5.000.000 euros, de acordo com a opinião do presidente da Sociedade Portuguesa de Energia Solar (SPES)¹⁶ e ainda pelos dados disponíveis relativamente à central fotovoltaica de Serpa¹⁷ que iremos analisar;
- em nenhuma das situações que analisaremos de seguida se considerou a hipótese de manter um sistema autónomo (desligado da REN), por termos já anteriormente chegado à conclusão que não era rentável.

As diversas fontes consultadas, incluindo entrevistas e orçamentos (dos quais se apresenta apenas um) são unânimes em considerar, para efeitos de cálculo, cinco horas diárias de produção, considerando o valor da potência instalada. A menor quantidade de horas de sol durante o inverno será compensada no Verão, sendo, assim, consensual o referido número médio diário numa base anual (anexo G). Esta estimativa é ainda reforçada pelos dados já referidos da central de Serpa. Neste caso, e como veremos mais adiante, de acordo com a estimativa de produção desta central, resultaria uma média diária de cinco horas e 15 minutos por dia. Isto explica-se porque os pequenos sistemas colocados em telhados são normalmente fixos, o que não permite acompanhar o movimento diário do sol nem as suas diferentes trajectórias ao longo do ano. Nestes casos opta-se aproximadamente por uma inclinação de 35°, o que se revela insuficiente no Inverno e demasiado no Verão. A impossibilidade de otimizar a produção nos sistemas fixos justifica estas diferenças de estimativas. De qualquer modo, a título de exemplo, será também analisado um sistema de pequenas dimensões deste tipo.

Considerando os dados disponíveis da Central fotovoltaica de Serpa e um dos orçamentos de Microgeração fornecidos por uma empresa, que se apresentam na tabela (Fig. 3), iremos seguidamente tecer algumas considerações em relação à eventual implementação de um sistema desta natureza no Comando Operacional da Força Aérea.

¹⁵ Tiago Andrade e Sousa in <http://diarioeconomico.sapo.pt>

¹⁶ Entrevista a Nuno Ribeiro da Silva, presidente da Sociedade Portuguesa de Energia Solar (SPES) disponível em <https://mail.uevora.pt/pipermail/ambio/2007-January/006337.html>

¹⁷ Disponível em <http://energiasrenovaveis.com/energia-solar/>



	Central de Serpa	Micro geração	COFA Sustentável	COFA Rentável
Nº de painéis	52300	16	11207	2949
Potência instalada (KW)	11000	3,5	2357	620
Investimento (euros)	61000000	21265	13071615	3439899
Produção anual (KW)	21000000	4713	4500064	1184227
Poupança em barris petróleo	12556	2,82	2691	708
Emissões CO2 evitadas (ton)	30000	6,73	6429	1692
Área (m2)	320000	26	68572	18045
Rendimento anual (euros)	6531000	3063	1399520	368295
Anos p/ recuperar investim.	9,3	6,9	9,3	9,3

Figura 3 – Tabela comparativa dos dados de vários sistemas

Na coluna “COFA Sustentável” consideramos a quantidade de energia eléctrica que é preciso gerar, tendo em vista uma produção idêntica ao consumo. Não consideramos o aspecto económico, preocupando-nos apenas em manter o equilíbrio consumo/produção, apesar de toda ela ser injectada na rede, tendo como objectivo os já referidos 4,5 milhões de kW de produção anual (média de consumo dos últimos anos). Todos os restantes valores desta coluna são calculados tendo como base as proporções em relação aos dados da coluna “Central de Serpa”. Temos ainda a considerar que alguns dados entretanto sofreram actualizações (de referir por exemplo que, no caso desta Central, verificamos que o investimento por MW instalado ficou ligeiramente acima dos 5 milhões já referidos, por ter sido começada a construir em 2006 e os preços dos materiais terem vindo a descer). Neste caso, para a produção anual referida, seria necessário um investimento de 13.071.615 euros. Com a venda de toda a energia eléctrica produzida teríamos um rendimento anual de 1.399.520 euros. No fim de pouco mais de 9 anos todo o investimento teria sido recuperado. Para a implementação desta opção, necessitaríamos de uma área disponível de 68.572 m², terreno esse que o COFA não dispõe. Existe uma parcela de terreno, propriedade dos Serviços Prisionais, na qual foi construído recentemente parte do parque de estacionamento deste Comando (anexo I) que permitiria optar por esta solução, mas, para além dos problemas que poderiam surgir nas negociações para a cedência do terreno seria necessário destruir algumas estruturas e edifícios existentes, entre os quais o edifício do Comando, pelo que se torna impossível a concretização desta hipótese.

Na coluna “COFA Rentável” partimos da produção anual necessária para que o produto da venda permita obter o montante suficiente para pagar os consumos que



necessitamos. Neste caso, ao contrário do anterior, a relevância está no aspecto económico, tentando simplesmente anular a despesa. Não consideramos como base a média do total gasto nos últimos anos pois, pelo facto de a energia eléctrica ter vindo a subir durante esse período, dar-nos-ia um montante abaixo do que realmente precisamos. Assim consideramos como objectivo atingir 368.295 euros que fica ligeiramente acima do valor pago durante o último ano. Para atingir o objectivo de produção anual que permita obter este valor, necessitamos de uma potência instalada de 620 kW como se pode ver na tabela. O período necessário para o retorno dos 3.439.899 euros investidos, como seria previsível, mantém-se nos mesmos 9,3 anos, uma vez que o total investido decide a potência instalada, da qual depende, proporcionalmente, a produção e consequentemente o rendimento anual. Podemos dizer que entre esta opção e a anterior a diferença está naquilo que pretendemos investir e no “espólio” com que ficaremos ao fim de pouco mais de 9 anos, uma vez que terminado esse período a central estará paga em qualquer dos casos. Pelos dados da tabela, será necessária uma área de 18.045 m² para a implementação de uma central com estas características. Como podemos verificar (anexo I) para a implementação desta solução não seria necessário destruir qualquer edifício. Continuaríamos, no entanto, dependentes da cedência do terreno por parte dos Serviços Prisionais que é a entidade proprietária. No caso de surgirem problemas neste domínio, dispomos de uma área de terreno livre que fica a cerca de 900 metros da entrada do COFA, na zona do “Moinho do Alferes”, e que é propriedade da Força Aérea, não implicando, por isso, despesas adicionais. Qualquer uma delas poderia ser uma opção, requerendo no entanto na devida altura um estudo mais aprofundado no sentido de analisar a melhor solução em termos de ligação ao posto de Média Tensão do Bairro da Serafina, que fica em qualquer dos casos a uma distância inferior a 1.000 metros em linha recta. Embora a instalação de uma linha com estas características possa ascender aos 20.000 euros, o período necessário para recuperação do investimento total não sofre alterações significativas. Não são consideradas despesas de manutenção porque, pelo menos em teoria, elas não existem. Uma vez que se trata de um sistema estático, o único desgaste é o que está associado à degradação das células, sendo, no entanto, garantida pelos vários fabricantes 90% da potência inicial ao fim de 12 anos e 80% ao fim de 25 anos.

A “Microgeração”¹⁸ seria uma opção interessante, uma vez que é remunerada a 0,65 euros por kW (mais do dobro das opções anteriormente analisadas), mas apenas permite

¹⁸ As condições estão previstas no Decreto-Lei nº 363/2007, de 2 de Novembro



uma potência instalada até 3,68 kW. É a opção normalmente escolhida por particulares e condomínios. Com esta opção, admitindo que faríamos duas instalações desse tipo – um dos requisitos exigido é ter um contrato com a EDP e como já vimos, temos dois – e optando pelo sistema de seguimento solar, poderíamos chegar aos 12.000 kW anuais de produção, o que, em termos de percentagem do que consumimos, representaria apenas 0,27%. No entanto, se considerarmos o valor da venda ao preço previsto, rondaria os 7.800 euros, o que, continuando a ser pouco significativo, representa 2,1% do montante gasto anualmente com energia eléctrica. Isto implicaria apenas um investimento de valor inferior ao orçamento de dois meses com energia eléctrica.

Podemos, pela análise feita, considerar que:

- Se quisermos mostrar que estamos sensíveis à problemática respeitante às alterações climáticas e às limitações e problemas relacionados com as fontes de energia “tradicionais” e que acompanhamos as tendências e, ainda assim, ter algum lucro, ainda que insignificante no contexto de todo o orçamento despendido nesta área, a Microgeração é uma boa escolha.
- Se quisermos, mais do que acompanhar a mudança, antecipá-la, evitar a emissão de 1.692 toneladas de CO₂ e a importação de 708 barris de petróleo anualmente e se estivermos dispostos a investir agora o que teríamos que pagar pela energia eléctrica nos próximos 9 anos e meio, mantendo a partir daí o consumo a custo zero (pelo menos até ao fim dos 15 anos previstos no contrato), a opção será a instalação de uma central solar fotovoltaica de 620 KW.

Em função do exposto podemos afirmar que a **hipótese 1**: “*A instalação de um sistema de produção de energia no COFA tornar-se-á rentável a médio prazo*”, se confirma. Quanto à primeira questão: “**Será economicamente viável produzirmos a energia eléctrica que consumimos?**”, como vimos, se produzíssemos para consumo próprio e tivéssemos que produzir toda a energia que necessitássemos e criar condições para o seu armazenamento, não o seria. No entanto, optando pela venda da totalidade da energia produzida, e atendendo ao facto de o valor de venda por kW ser significativamente superior ao de compra, podemos responder afirmativamente a esta questão.



3. Factores de consumo

a. Ar condicionado do Bunker

O COFA é, neste momento, a Unidade com maior consumo eléctrico em toda a Força Aérea e a maior parte desse consumo verifica-se no Bunker. A título de exemplo, e considerando o já anteriormente referido mês de Novembro de 2008, em que foram gastos 365.295 kW, o Bunker contribuiu para esse total com 194.400 kW¹⁹, o que corresponde a 53,22% do total. Pela análise feita a todos os aparelhos existentes e respectivas potências, concluímos que os aparelhos de ar condicionado são os principais responsáveis por esta realidade. Os referidos aparelhos são já bastante antigos e de tecnologia ultrapassada o que os torna pouco eficientes. No entanto a diminuição dos consumos nesta área não nos parece de fácil resolução, pois a sua total substituição implicaria um investimento inicial demasiado elevado, que não permitiria a sua recuperação num prazo aceitável.

b. Água Quente Sanitária

Conforme já foi referido, a AQS tem um contributo significativo no elevado consumo de uma das fontes de energia utilizadas no COFA – o gás natural. Como vimos, existem mais dois factores que contribuem para este consumo – as cozinhas e o aquecimento (climatização). Não nos é possível separá-los de modo a analisar qual o contributo de cada um deles. No entanto, fazendo a média dos consumos mensais dos últimos cinco anos, retirando os meses em que o aquecimento está ligado (Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro), temos um consumo mensal de cerca de 8.000 euros para AQS e para as cozinhas. Embora não possamos ser exactos, sabemos que a AQS é a maior responsável por este consumo.²⁰ Com base no inquérito relativo aos hábitos de consumo, podemos considerar gastos com água quente correspondentes a 4.400 banhos por mês²¹. A juntar a isto temos os consumos adicionais de água quente para outros fins. Estes dados, embora não nos permitam ser rigorosos, pois não sabemos como é que se traduzem exactamente em consumo de gás, ajudam, pelo menos, a compreender a razão de se atingirem valores tão elevados.

¹⁹ Existe um contador interno apenas para o Bunker que nos permite fazer a contagem em separado

²⁰ Tópico entrevista Major Borges Ferreira

²¹ Estão colocados no COFA 493 militares (175 oficiais, 202 Sargentos e 116 praças). A amostra foi constituída por cerca de 60 militares. Inquérito realizado por Groupwise.



Tendo em vista averiguar o que poderia ser feito no sentido de reduzir estes valores, propusemo-nos estudar um caso prático de um sistema de aquecimento solar. Para isso foi feita a observação de um Sistema Solar Térmico, para aquecimento de água, durante dois meses (Novembro e Dezembro).²² Este Sistema é constituído por um depósito de 230 litros e uma área de aquecimento de 3 m², constituída por tubos de vácuo. Destina-se a fornecer água quente para uma média de três banhos diários. Tem uma resistência de 1500 watt para aquecimento da água, que pode ser utilizada nos dias em que não há sol. Da análise das observações foram retiradas as seguintes conclusões:

- durante o mês de Novembro foi necessário ligar a resistência 4 vezes num total de 12 horas, e apenas nos últimos 15 dias, pois houve vários dias seguidos sem sol;
- durante a primeira quinzena de Novembro e todo o mês de Dezembro o Sistema funcionou apenas com o calor do sol, fornecendo uma média de 150 litros de água quente por dia, nunca tendo a temperatura da água descido dos 40°C;
- se não for gasta água durante 2 dias, com temperaturas exteriores entre 2°C e 12°C, a água atinge 97°C.

Com base nos dados do inquérito, e considerando um consumo médio de 50 litros por banho,²³ e o número de utentes de cada um dos alojamentos, podemos estimar os seguintes consumos diários de água quente:

²² Verificação feita num sistema instalado numa vivenda em Vila Nova da Barquinha

²³ Valor normalmente considerado para cálculo das características do sistema
<http://www.troquedeenergia.com/index.php?op=9&table=2&id=42>



	Consumos diários (litros)	Depósito a instalar (litros)	Área exposição painéis (m ²)	Investimento Total previsto (Painéis e Depósito Instalação)
Alojamento Oficiais	1200	1500	20	12.000 €
Alojamento Sargentos	1200	1500	20	12.000 €
Alojamento Praças Masculinos	2600	3000	40	24.000 €
Alojamento Praças Femininos	2400	3000	40	24.000 €
Totais	7400	9000	120	72.000 €

Figura 4 – Dados relativos aos vários alojamentos

Deste modo podemos considerar que a instalação de dois depósitos de cerca de mil e quinhentos litros (um no alojamento de Oficiais e outro no alojamento de Sargentos) e dois de cerca de três mil litros (um em cada um dos alojamentos de praças) seria mais do que suficiente para as necessidades dos edifícios. Considerando como ideal uma superfície de painéis solares de 2 m² por cada 150 litros de depósito, necessitaríamos de uma área de 20 m² nos dois primeiros e de 40 m² nos dois últimos. Todos estes edifícios estão orientados em relação ao seu comprimento na direcção Norte-Sul, ficando assim as superfícies de telhado com maior área inclinadas para Este e para Oeste. Os painéis solares têm que estar orientados para Sul de modo a que o sol incida sobre eles a maior parte do tempo. Os telhados dos alojamentos de Oficiais e de Sargentos dispõem de uma área de cerca de 80 m² com estas características, o que facilitaria a sua aplicação. No entanto, nos alojamentos de Praças (e porque o desenho do telhado não permite a sua aplicação directa) seria necessário a colocação de um suporte para apoio dos painéis.

A instalação de um sistema deste tipo em cada um dos edifícios mencionados, pelos estudos efectuados, permitiria um consumo de água quente a custo nulo durante cerca de 8 ou 9 meses por ano. Considerando a AQS responsável por 50% do consumo de gás da Unidade, significaria uma poupança de 4.000 euros mensais durante esse período, ou seja 34.000 euros por ano, o que permitiria a recuperação do investimento num período de dois anos. Quanto aos custos de manutenção que este Sistema poderia implicar, seriam compensadas pelos que deixaríamos de suportar com o anterior. Por outro lado, o retorno do investimento seria conseguido ainda dentro do período da garantia do equipamento. Dependendo do fim a que se destine e do processo de aquecimento pretendido quando o



sol não for suficiente, a água, depois de sair do depósito, pode passar sempre pela caldeira onde será aquecida à temperatura desejada, caso ainda não a tenha atingido. Poderíamos ainda, se assim o pretendêssemos, utilizar este sistema para pré-aquecimento da água destinada ao aquecimento central, o que contribuiria também para a redução dos consumos de gás natural destinado a este fim. Não vamos, no entanto analisar essa opção, pois obrigaria a um estudo mais aprofundado, uma vez que, nesse caso, as superfícies dos painéis solares teriam que ser aumentadas, pois os cálculos efectuados não contemplaram essa alternativa.

c. Iluminação

Como opção às lâmpadas incandescentes, são já bastante utilizadas as lâmpadas fluorescentes (vulgarmente designadas por lâmpadas economizadoras). Em termos de luminosidade uma lâmpada incandescente de 50 Watt pode ser substituída por uma fluorescente de 10 Watt com o mesmo desempenho.²⁴ No entanto, e embora não esteja muito divulgada no nosso mercado, existe ainda um outro tipo de lâmpada, constituída por um conjunto de leds (normalmente 18, 48 ou 60) que, segundo alguns fabricantes, permite, com consumos de 1 ou 2 Watt, o mesmo resultado.

Na figura 5 temos um exemplo de algumas lâmpadas (versão de 60 leds) que, segundo o fabricante, tem um consumo de cerca de 1 watt e uma iluminação equivalente a uma lâmpada tradicional de halogéneo de 50 Watts com o mesmo formato. Das pesquisas efectuadas, e depois de consultadas diversas opiniões, não foi possível confirmar esses dados, pois as opiniões não eram consensuais. Assim sendo, optámos por fazer o teste e, embora sem qualquer rigor científico, pois não foi utilizado nenhum aparelho para determinar a luminosidade, ficou-nos a ideia de que o desempenho de uma lâmpada com estas características ficará entre o de uma lâmpada de halogéneo de 20 watt e uma de 35.

²⁴ http://www.eco.edp.pt/pt/eficiencia_energetica/perguntas_frequentes/iluminacao/lista.aspx

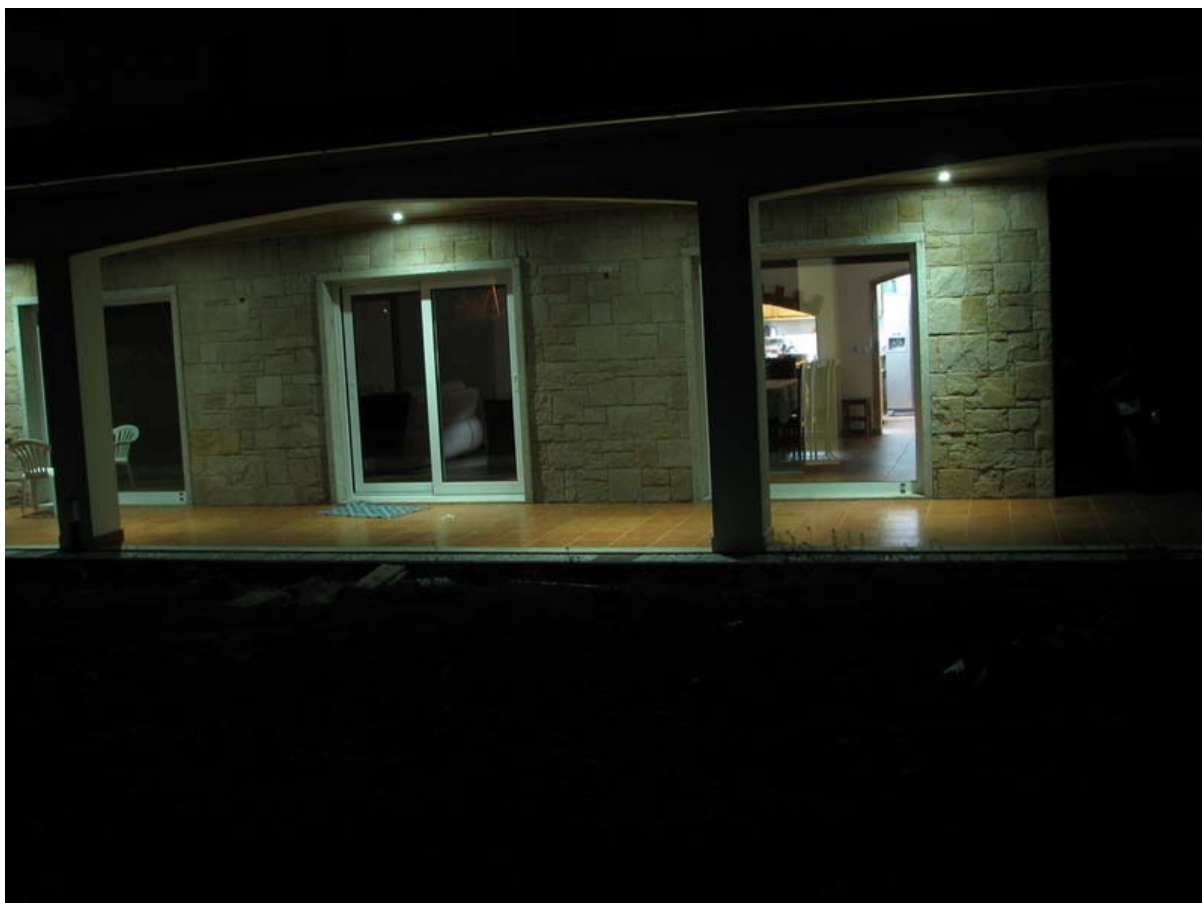


Figura 5 – Iluminação de uma vivenda com lâmpadas de leds de 1 watt

Como exemplo, podemos referir o edifício de escritórios da Generali, em Paris, em que toda a iluminação, incluindo os locais de trabalho, é constituída unicamente por lâmpadas de leds,²⁵ o que demonstra a viabilidade de uma solução deste tipo.

Considerando os dados do inquérito realizado aos militares do COFA, podemos concluir que as luzes de cada quarto se mantêm acesas cerca de 60 horas mensais. Uma vez que cada quarto dispõe de três lâmpadas de halogéneo de 35 watt, atinge durante esse período um consumo de 6.300 watts (6,3 kW). Entre alojamentos de Oficiais, Sargentos e Praças, dispomos de cerca de 150 quartos, o que totaliza um consumo mensal de 945 kW. Poderíamos conseguir aqui uma redução imediata de 918 kW, passando o consumo para 27 kW, sem acarretar grandes despesas. Como constatação deste facto podemos dizer que embora em Portugal algumas destas lâmpadas ainda tenham um custo relativamente elevado quando comparadas com as lâmpadas de halogéneo, já é possível encontrá-las a

²⁵ <http://www.ledsmagazine.com/news/5/6/34>



preços inferiores a cinco euros a unidade noutros países²⁶. Para além disso, por cá ainda não se encontram muito divulgadas as versões de 60 leds, sendo a maioria de 18 ou 48, o que, embora permita que o seu consumo seja ainda inferior a 1 watt, origina também uma menor capacidade de iluminação. De referir ainda que este tipo de lâmpada tem, segundo o fabricante, uma duração de cerca de 35.000 horas enquanto uma de halogéneo varia entre as 1.500 e as 3.000 horas.²⁷ A figura 6 mostra-nos um resumo de alguns destes valores e permite-nos ainda verificar que este investimento seria recuperado em menos de 3 anos.

	Consumo (Watt)			Valores em Euros
	Valores de consumo (3 lampadas)	Por quarto / mensal (60 horas)	Total Alojamentos (150 quartos)	
Lâmpadas actuais (halogéneo)	105	6300	945000	69,93 €
Lâmpadas de Leds	3	180	27000	2,00 €
Redução mensal ----->			918000	67,93 €
Custo Investimento 450 lâmpadas (5 euros a unidade) ----->				2.250,00 €
Recuperação Investimento (2.250,00€ / 67,93€) ----->				33 meses
Poupança Energética em percentagem ----->				97,14%

Figura 6 – Comparação de consumos

Considerámos, nesta análise, apenas as lâmpadas de halogéneo com um casquilho do tipo GU10 por serem as mais vulgares e por este tipo de casquilho ser o mais comum também nas de leds. No entanto, nos quartos existem outros tipos de lâmpadas que não foram consideradas (a do candeeiro da mesa de cabeceira, a do quarto de banho, a que fica na parede junto à cama, dependendo das particularidades de cada quarto) o que poderia significar uma redução ainda mais acentuada dos consumos.

Utilizamos como exemplo apenas os alojamentos e nestes, apenas os quartos. Haverá, certamente, outros locais que contribuirão tanto ou mais para o total da factura mensal. Nos clubes, nas messes e sobretudo nos locais de trabalho - onde se passa a maior parte do tempo – seria possível, em grande parte dos casos, optar por uma solução deste tipo, com benefícios orçamentais significativos. No entanto, as conclusões a retirar serão sempre as mesmas: a percentagem de poupança energética não se altera quer se trate de

²⁶ No site da empresa eBay (www.ebay.com) é possível encontrar vários exemplos

²⁷ <http://www.designlamp.pt/lampadas.htm>



uma lâmpada, quer se trate de todas as lâmpadas da Unidade. Do mesmo modo, também o período de retorno não sofrerá alterações. O que teremos a considerar será sempre o custo de cada lâmpada e o tempo em que ela própria recuperará esse investimento.

Julgamos neste momento estar em condições de afirmar que a resposta à segunda questão: **“Os equipamentos e outros agentes de consumo utilizados na FAP serão os mais eficientes?”** é, indubitavelmente, negativa. A análise efectuada permite-nos ainda concluir que a **hipótese 2**: *“A substituição de alguns equipamentos pouco eficientes trará benefícios significativos em termos de poupança energética”*, se verifica. A viabilidade de aquecimento de água através da energia solar permite-nos ainda concluir que também a **hipótese 3**: *“A opção por fontes de energia diferentes pode, em alguns casos, permitir a realização do mesmo trabalho com menores consumos”*, se confirma.

Concluída assim a fase de verificação acreditamos que com a confirmação das hipóteses testadas nos capítulos 2 e 3 e em função das respostas encontradas para as Questões Derivadas, foi respondida a Questão Central: **“De que forma uma alteração nos processos de obtenção e de consumo de energia nas Unidades da Força Aérea pode contribuir para a auto-suficiência energética?”** Assim, a resposta a esta questão, passaria, relativamente ao processo de obtenção de energia, pela instalação de um parque solar fotovoltaico com uma potência de 620 kW, de modo a permitir anular as despesas com energia eléctrica. Em relação ao processo de consumo, passaria pela instalação de um Sistema Solar de AQS em todos os alojamentos e pela substituição de todas as lâmpadas de halogéneo da Unidade.

Conclusões

Pretendeu-se, com este trabalho, procurar alternativas que, de algum modo, pudessem contribuir para a redução da dependência energética externa das Unidades da Força Aérea. Com esse objectivo em vista, debruçámo-nos essencialmente sobre duas vertentes: o processo de obtenção de energia eléctrica e o modo como ela é consumida. Toda a investigação efectuada teve como referência o Comando Operacional da Força Aérea, podendo as conclusões retiradas ser adaptadas a outras Unidades, considerando, no entanto, as particularidades de cada uma.

Considerando a primeira vertente, no capítulo 2 analisámos alguns processos de captação de energia eléctrica, tendo sido o trabalho de investigação nesta área orientado no



sentido de verificar a validade da seguinte hipótese: “A instalação de um sistema de produção de energia no COFA tornar-se-á rentável a médio prazo”.

Verificámos que a opção por um sistema autónomo de produção de energia que permitisse suprir todas as nossas necessidades de energia eléctrica não seria economicamente viável, devido aos elevados custos de instalação e manutenção.

Considerámos, por isso, a hipótese da implementação de um sistema ligado à REN, em que toda a energia produzida seria entregue à EDP. Sabendo que, ao abrigo da legislação em vigor, os preços de venda de energia eléctrica por kW variam de acordo com o processo de obtenção – 0,074 euros para a energia eólica e 0,311 euros para a energia solar fotovoltaica – decidimos analisar estas duas opções.

Concluiu-se que a produção de energia eólica poderia ser um projecto economicamente viável, pois o investimento de cerca de 2.000.000 euros (para a instalação de um parque eólico de 2.000 kW) seria recuperado em aproximadamente seis anos. No entanto, a impossibilidade de efectuar todos os testes necessários não nos permitiu decidir sobre esta opção.

Por outro lado, analisando a viabilidade da instalação de um parque solar fotovoltaico e considerando o valor de 0,311 euros por kW pagos pela EDP, considerou-se necessária uma potência instalada de 620 kW para atingirmos os 368.000 euros anuais que nos permitiriam pagar a energia eléctrica consumida. Embora as nossas necessidades de consumo sejam quatro vezes superiores à energia que produziríamos o equilíbrio de contas seria conseguido pela diferença entre o preço de compra e de venda resultante dos incentivos legais garantidos durante 15 anos. O retorno do investimento de 3.439.899 euros necessário para a implementação desta solução seria conseguido num período inferior a dez anos, o que permite responder afirmativamente à pergunta: “**Será economicamente viável produzirmos a energia eléctrica que consumimos?**” e validar a hipótese “A instalação de um sistema de produção de energia no COFA tornar-se-á rentável a médio prazo”.

No capítulo 3 a investigação foi conduzida tendo em vista testar as seguintes hipóteses: “A substituição de alguns equipamentos pouco eficientes trará benefícios significativos em termos de poupança energética” e “A opção por fontes de energia diferentes pode, em alguns casos, permitir a realização do mesmo trabalho com menores consumos”.

As verificações efectuadas permitiram-nos concluir que, com a substituição de algumas lâmpadas, e apenas nos alojamentos, poderíamos economizar algumas dezenas de



euros mensais e que quaisquer investimentos nesta área seriam recuperados em menos de três anos. Verificámos também que a opção por um sistema de AQS aquecida através de painéis solares térmicos permitiria uma poupança mensal de 4.000 euros durante, pelo menos, oito meses por ano. Embora a implementação desta solução em todos os alojamentos implicasse um investimento de cerca de 72.000 euros, esse montante seria recuperado num período de cerca de dois anos, ainda dentro do prazo de garantia dos equipamentos.

Com a validação destas duas hipóteses considerou-se negativa a resposta à pergunta que nos orientou neste capítulo: **“Os equipamentos e outros agentes de consumo utilizados na FAP serão os mais eficientes?”**

Com as respostas a estas duas Questões Derivadas, que de algum modo contribuíram para o objectivo que nos propusemos e nos permitiram responder à Questão Central foi concluído o processo de investigação. Pensamos deste modo ter demonstrado *“de que forma uma alteração nos processos de obtenção e de consumo de energia nas Unidades da Força Aérea pode contribuir para a auto-suficiência energética”*

Com a realização deste trabalho, acreditamos ter aumentado o conhecimento sobre algumas alternativas possíveis de serem implementadas nas Unidades da Força Aérea, e no COFA em particular, e que permitiriam benefícios significativos em termos económicos e ambientais.

Na sequência da realização desta investigação, gostaríamos ainda de efectuar algumas recomendações que possam dar utilidade às conclusões obtidas:

- Implementação das opções que não implicam custos significativos e em que o retorno do investimento é conseguido num curto espaço de tempo (lâmpadas, aquecimento solar de AQS).
- Estudo mais aprofundado no sentido de testar a viabilidade da instalação de um parque eólico, nos terrenos do COFA, em detrimento de um solar fotovoltaico.
- Extensão do estudo a outras Unidades da Força Aérea, adequando-o às particularidades de cada caso.

Estamos conscientes que existe ainda um longo caminho a percorrer nesta matéria mas também estamos certos que os maiores obstáculos ao longo desse caminho se



encontram nas nossas mentes, e não no trilho que seguimos. O nosso planeta existe há cerca de 4.500 milhões de anos. A vida na terra remonta a pouco mais de 200 milhões de anos. Durante todo esse tempo houve uma evolução constante que permitiu o aparecimento do homem, há pouco mais de um milhão de anos. Esta evolução só foi possível porque durante todos estes anos as gerações anteriores deixaram sempre melhores condições aos seus descendentes do que aquelas que receberam. Ao fim de todos estes milhões de anos, e pela primeira vez, uma geração – a nossa – está a preparar-se para deixar o planeta em pior estado do que o recebeu. Sendo isto já um facto incontornável, tenhamos pelo menos a coragem de o “disfarçar” de maneira que não se notem muito os estragos.

Em todas as épocas e todas as culturas houve leis, escritas ou tácitas, que pretenderam orientar os nossos passos, sacrificando, por vezes, interesses particulares em prol de objectivos comunitários. Como já vimos, também neste momento isso se verifica. O *Programa do Governo*, com que iniciámos este trabalho, é disso um exemplo. O grande problema é que essas leis que nos pretendem reger são normalmente passageiras e de âmbito muito localizado. Há, no entanto, uma lei transversal a todas as épocas, a todas as culturas e a todos os seres vivos – a Lei da Sobrevivência. E neste momento é disso que se trata...



Bibliografia

Livros

- KRIEGER, Jan, RABL, Ari (1994). *Heating and Cooling of Buildings, Design for Efficiency*, McGraw-Hill
- MENDES, J. Casimiro (1989), *Estudo das Potencialidades de Energia Eólica*, Lisboa: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- PEREIRA, M. Collares (1998). *Energias Renováveis, a Opção Inadiável*, Lisboa: SPES
- PEREIRA, Maria João Barata (1990). *Energias Renováveis e não Renováveis*, Setúbal: M. J. B. Pereira.
- PEYTURAUX, Roger (1975). *L'Energie Solaire*, Paris: PUF
- Rede Eléctrica Nacional (2001), *Transporte de Electricidade: 50 anos*, Lisboa: REN
- VALÉRIO, Nuno (2001), *Estatísticas Históricas Portuguesas*, Lisboa: INE.

Publicações Militares

- Sistema de Protecção Ambiental da Força Aérea - MFA 340-1, de Setembro 2002

Legislação

- Decreto-Lei nº 189/1988 de 27 de Maio.
- Decreto-Lei nº 225/2007 de 31 de Maio, do Ministério da Economia e da Inovação.
- Decreto-Lei nº 363/2007 de 02 de Novembro, do Ministério da Economia e da Inovação.
- Portaria nº 201/2008 de 22 de Fevereiro.

Internet (endereços consultados entre Novembro de 2008 e Janeiro de 2009)

- A Estratégia Alemã para as Energias Renováveis. Disponível na Internet em:
<http://www.apren.pt/pdf/eeg%20success_brochure_engl.pdf>
- Alterações Climáticas. Disponível na Internet em:
<<http://www.quercustv.org/spip.php?rubrique2>>
- As Energias que ainda não aproveitamos. Disponível na Internet em:
<<http://www.apren.pt/>>



- Central Fotovoltaica de Amareleja. Disponível na Internet em:
<http://www.portaldemoura.com/index.php?option=com_content&task=view&id=739&Itemid=285>
- Energias Alternativas. Disponível na Internet em:
<<http://www.geota.pt/passapalavra/4/4n.html>>
- Energias Alternativas. Eficiência Energética. Disponível na Internet em:
<http://www.fbds.org.br/article.php3?id_article=64>
- Energias Renováveis são estratégia certa contra Choque Petrolífero. Disponível na Internet em:
<http://www.portugal.gov.pt/portal/pt/primeiro_ministro/noticias/20080918_pm_not_energias_renovaveis.htm>
- Europa: dos desafios às oportunidades. Disponível na Internet em:
<<http://www.presidencia.pt/?idc=45&idi=4641>>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível na Internet em:
<<http://www.ipcc.ch/>>
- International Renewable Energy. Disponível na Internet em:
<<http://www.internationalrenewablesenergy.com>>
- O problema da Energia. Disponível na Internet em:
<<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5534/>>
- Renováveis – Estatísticas Rápidas – Outubro 2008. Disponível na Internet em:
<<http://www.dgge.pt/>>



ANEXO A

CORPO DE CONCEITOS

1. **Aerogerador** - Dispositivo onde um gerador de energia eléctrica é accionado através de uma turbina movida pelo vento.
2. **Auto-suficiência energética** - Estado em que seria possível a obtenção ou produção de todos os tipos de energia necessários ao normal funcionamento de todo um sistema, dentro do próprio sistema, sem recurso a fontes externas.
3. **Curto, médio e longo prazos** – Embora, aparentemente, não exista um consenso generalizado que permita definir com exactidão a duração destes períodos de tempo, no âmbito deste trabalho consideraremos respectivamente curto, médio e longo prazos, períodos de tempo até 3 anos, entre 3 e 10 anos e mais de 10 anos.
4. **Eficiência energética** - Razão entre a energia consumida por um equipamento na realização do seu trabalho e a energia produzida por esse trabalho.
5. **Energia** - No âmbito do nosso trabalho, vamos considerá-la como a capacidade de um sistema de produzir movimento, luz ou calor.
6. **Energia Eólica** - Energia produzida através de um ou vários aerogeradores (turbinas eólicas).
7. **Energia Solar** - É o resultado da captação de energia produzida a partir do Sol. Pode ser Térmica ou Fotovoltaica conforme se trate do aproveitamento do calor ou da luz solar.
8. **Energias renováveis** - Energias geradas através de recursos naturais como a luz do Sol, o vento ou as marés, recursos esses que se pressupõem inesgotáveis.
9. **Microgeração** - Geração de calor ou energia por pequenas empresas, comunidades ou particulares utilizando como fontes de produção mais vulgares os painéis solares fotovoltaicos e as turbinas eólicas.
10. **Painéis Solares Fotovoltaicos** - Painel constituído por um conjunto de células fotovoltaicas que têm a capacidade de transformar a luz solar em energia eléctrica.

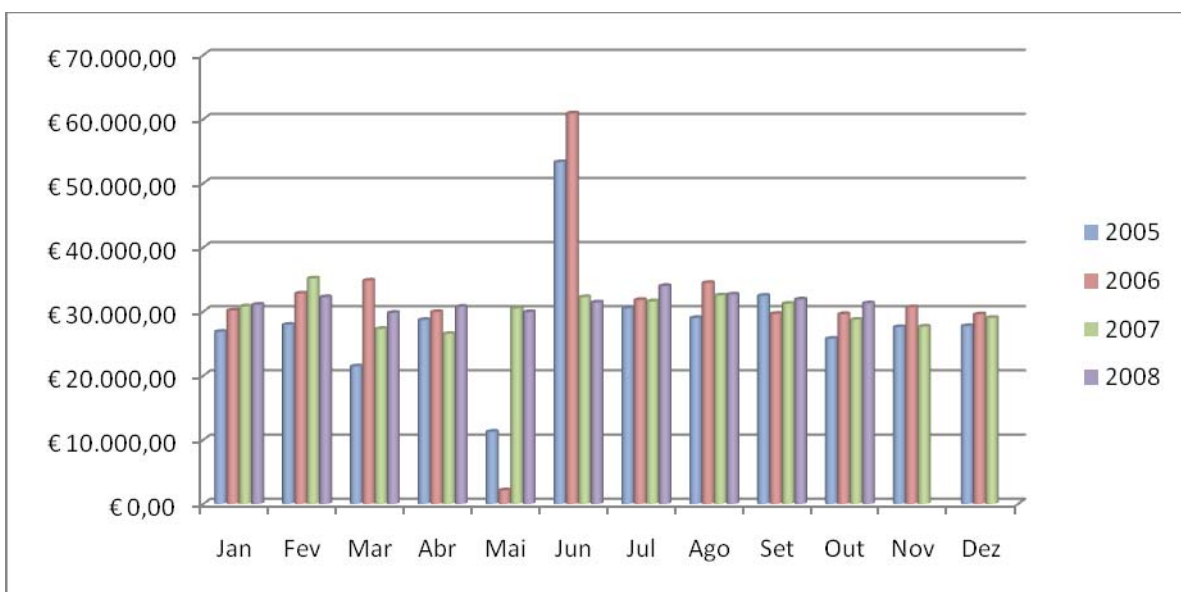
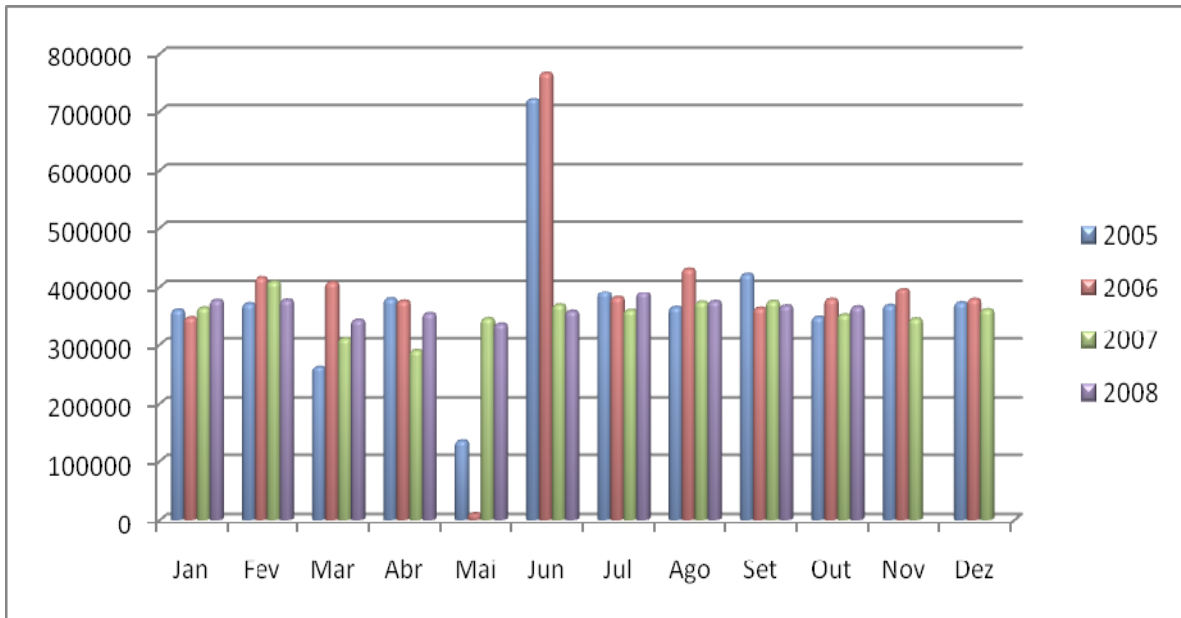


11. **Painéis solares térmicos** - Dispositivo através do qual é captada a energia do Sol para posterior utilização no aquecimento de água ou climatização.
12. **Rentabilidade** – Taxa de retorno de um determinado investimento. Pode ser calculada dividindo o lucro obtido pelo investimento total, incluindo todas as despesas: aquisição, instalação e manutenção. Se a divisão do lucro pelo investimento for superior a 1 considera-se que determinado projecto é rentável.
13. **Tubos de vácuo** - Componentes utilizados na construção de Painéis Solares térmicos onde a água é aquecida.
14. **Viabilidade económica** – Considera-se economicamente viável qualquer projecto em que os benefícios que se prevêem obter compensam financeiramente o investimento inicial e os custos de manutenção, tendo em consideração a duração do referido projecto.



ANEXO B CONSUMOS ELÉTRICOS DO COFA

kw





ANEXO B

CONSUMOS ELÉTRICOS DO COFA

kw

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	399576	423969	363110	360109	347389	363386	375904
Fev	350069	429195	368957	370517	415749	408967	376381
Mar	341667	368357	362791	262757	408002	310203	343360
Abr	346274	368489	405956	378638	374653	290504	354093
Mai	338882	387361	325168	136263	10182	345833	336779
Jun	319436	379116	438923	721821	765954	368522	357867
Jul	325816	281618	388524	390034	380977	359498	388704
Ago	407778	524969	363547	364515	429859	373219	374260
Set	374247	364803	449614	421346	363005	374331	366937
Out	302928	454915	346845	348123	377766	351833	365295
Nov	387486	345650	271751	367616	395912	345278	
Dez	350371	383037	549564	372116	377632	360589	
Total	4244530	4711479	4634750	4493855	4647080	4252163	3639580
Média	353711	392623	386229	374488	387257	354347	363958

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	€ 24.418,33	€ 28.731,24	€ 25.495,42	€ 26.824,10	€ 30.148,78	€ 30.792,76	€ 31.059,47
Fev	€ 25.262,18	€ 30.481,42	€ 25.665,56	€ 27.926,02	€ 32.803,49	€ 35.157,64	€ 32.237,15
Mar	€ 22.785,09	€ 26.458,30	€ 25.219,97	€ 21.451,04	€ 34.815,81	€ 27.282,81	€ 29.785,07
Abr	€ 24.805,32	€ 27.110,39	€ 28.516,22	€ 28.683,88	€ 29.915,94	€ 26.517,74	€ 30.740,21
Mai	€ 24.209,15	€ 28.739,64	€ 22.172,56	€ 11.251,13	€ 2.123,09	€ 30.487,91	€ 29.905,99
Jun	€ 22.797,77	€ 28.519,29	€ 20.521,23	€ 53.276,42	€ 60.881,87	€ 32.245,80	€ 31.405,48
Jul	€ 24.298,03	€ 20.800,42	€ 20.035,47	€ 30.493,54	€ 31.805,31	€ 31.586,64	€ 33.973,42
Ago	€ 29.092,22	€ 34.607,38	€ 24.016,52	€ 28.984,85	€ 34.452,12	€ 32.497,94	€ 32.657,48
Set	€ 26.860,67	€ 25.416,91	€ 31.776,90	€ 32.458,25	€ 29.632,19	€ 31.213,27	€ 31.894,02
Out	€ 19.494,50	€ 29.849,68	€ 25.026,76	€ 25.755,06	€ 29.595,68	€ 28.713,89	€ 31.268,63
Nov	€ 27.422,17	€ 23.198,14	€ 20.575,84	€ 27.563,32	€ 30.661,15	€ 27.648,49	
Dez	€ 23.810,53	€ 25.022,04	€ 36.970,13	€ 27.728,86	€ 29.553,04	€ 29.013,41	
Total	€ 295.255,96	€ 328.934,85	€ 305.992,58	€ 342.396,47	376.388,47 €	363.158,30 €	314.926,92 €
Média	€ 24.604,66	€ 27.411,24	€ 25.499,38	€ 28.533,04	€ 31.365,71	€ 30.263,19	€ 31.492,69

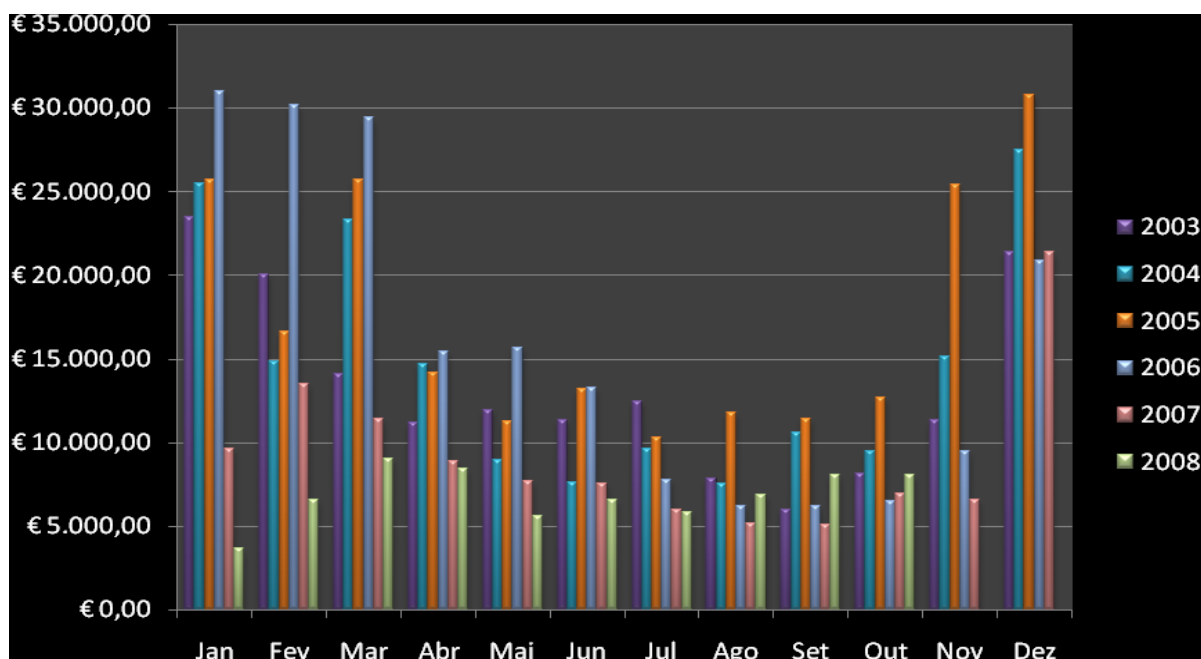


ANEXO C CONSUMOS DE GÁS

m³

CONSUMO DE GÁS									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan		20889	21095	16853	17723	15175	16319	27691	9045
Fev		11592	10315	13672	10323	10464	15060	39130	17035
Mar	4012	10865	8494	9603	16183	16213	14120	32907	24812
Abr	4012	9880	6909	7604	10196	8946	7400	26620	22243
Mai	4012	11177	8506	7730	6739	7093	7520	22872	13821
Jun	4012	7035	6171	7355	5348	8336	6380	22338	16480
Jul	4012	7319	5065	8063	6741	6374	21492	16741	6667
Ago	4012	9933	5500	5423	5269	7317	16918	14267	7773
Set	4017	7965	5301	4158	7406	7071	16918	14075	9193
Out	10020	6751	7071	5673	5984	7398	17082	18283	8499
Nov	10350	9466	7583	7873	8946	14011	25396	17355	
Dez	0	9198	12292	14863	16218	16218	57365	58701	
Total	48459	122070	104302	108870	117076	124616	221970	310980	135568
Media	4038,25	10172,50	8691,83	9072,50	9756,33	10384,67	18497,50	25915,00	13556,80

FACTURA DE GÁS									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan		€ 13.916,46	€ 29.173,00	€ 23.502,54	€ 25.500,37	€ 25.698,69	€ 30.981,46	€ 9.638,01	€ 3.656,80
Fev		€ 16.021,39	€ 14.265,03	€ 20.081,67	€ 14.853,03	€ 16.592,50	€ 30.193,02	€ 13.473,10	€ 6.565,43
Mar	€ 4.179,93	€ 15.018,80	€ 11.746,69	€ 14.105,05	€ 23.284,58	€ 25.708,55	€ 29.448,05	€ 11.386,75	€ 9.032,44
Abr	€ 4.179,93	€ 13.657,09	€ 9.554,73	€ 11.168,89	€ 14.670,30	€ 14.185,45	€ 15.433,11	€ 8.873,65	€ 8.397,17
Mai	€ 4.179,93	€ 15.447,77	€ 11.763,29	€ 11.905,88	€ 8.982,95	€ 11.247,19	€ 15.683,38	€ 7.674,14	€ 5.571,02
Jun	€ 4.179,93	€ 9.721,57	€ 8.415,64	€ 11.328,30	€ 7.632,49	€ 13.218,19	€ 13.305,85	€ 7.503,23	€ 6.572,77
Jul	€ 4.179,93	€ 10.115,62	€ 6.907,34	€ 12.418,77	€ 9.620,53	€ 10.276,95	€ 7.758,00	€ 5.996,73	€ 5.863,01
Ago	€ 4.179,93	€ 13.731,91	€ 7.500,57	€ 7.802,77	€ 7.519,74	€ 11.797,38	€ 6.180,79	€ 5.162,88	€ 6.848,31
Set	€ 4.179,93	€ 11.008,47	€ 7.229,19	€ 5.982,65	€ 10.569,60	€ 11.400,75	€ 6.180,79	€ 5.098,15	€ 8.033,53
Out	€ 11.073,31	€ 9.332,51	€ 9.945,92	€ 8.162,47	€ 9.479,42	€ 12.658,43	€ 6.465,13	€ 6.906,49	€ 8.035,03
Nov	€ 11.602,04	€ 13.083,47	€ 10.038,33	€ 11.327,90	€ 15.149,95	€ 25.419,79	€ 9.449,89	€ 6.574,41	
Dez	€ 359,13	€ 12.714,36	€ 17.141,94	€ 21.385,31	€ 27.465,01	€ 30.789,71	€ 20.899,74	€ 21.369,66	
Total	€ 52.293,97	€ 153.769,42	€ 143.681,67	€ 159.172,20	€ 174.727,97	€ 208.993,58	€ 191.979,21	€ 109.657,20	€ 68.575,51
Média	€ 4.357,83	€ 12.814,12	€ 11.973,47	€ 13.264,35	€ 14.560,66	€ 17.416,13	€ 15.998,27	€ 9.138,10	€ 6.857,55



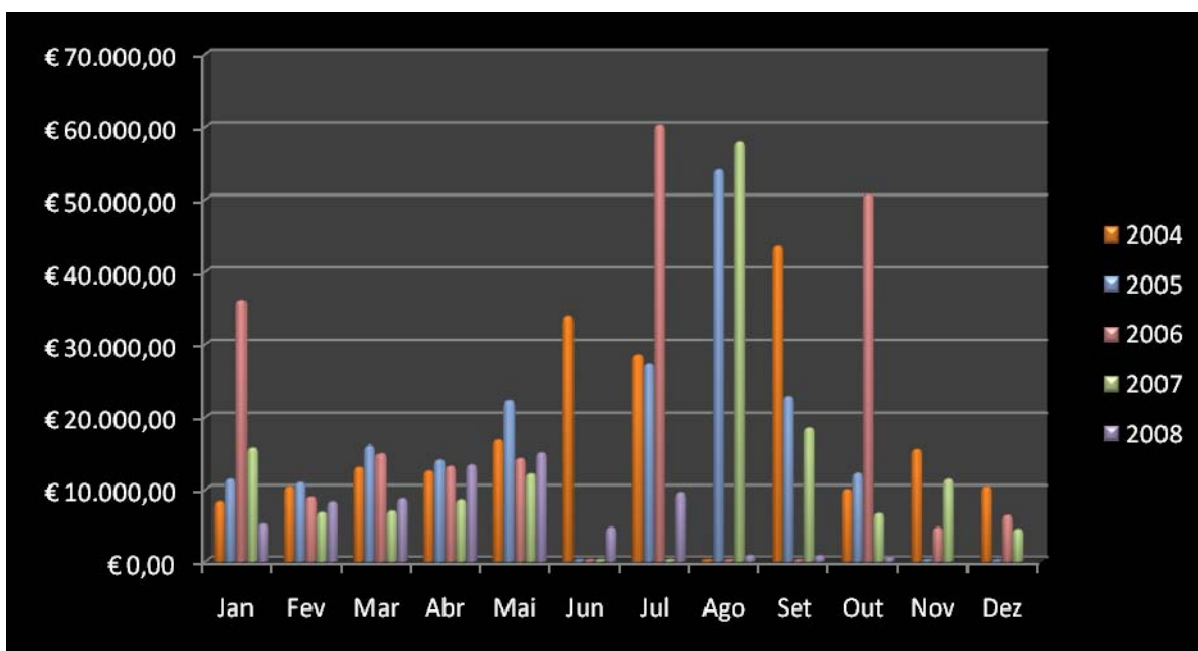


ANEXO D CONSUMOS DE ÁGUA

m³

CONSUMO DE ÁGUA									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	4337	4307	6407	3988	4530	6002	18718	7939	2454
Fev	0	2823	4374	2477	5564	5755	4525	3341	3890
Mar	14269	10985	4726	6569	7034	8441	7559	3377	4106
Abr	5008	5238	5774	3207	6762	7423	6640	4131	6327
Mai	0	4186	8036	7990	9074	11714	7186	5893	4467
Jun	9006	10859	10340	0	18259	0	0	0	2189
Jul	25357	13135	0	27764	15061	14368	30560	0	4483
Ago	12937	9997	26016	12757	0	28290	0	28382	307
Set	7961	6671	5564	0	23125	11774	0	9008	271
Out	6154	5185	4939	16121	5244	6306	25664	3192	148
Nov	5994	5120	3919	0	8199	0	2325	5530	
Dez	3432	4712	3694	10616	5421	0	3191	2136	
Total	94455	83218	83789	91489	108273	100073	106368	72929	28642
Média	7871,25	6934,833333	6982,416667	7624,083333	9022,75	8339,41667	8864	6077,41667	3182,44444

FACTURA DE ÁGUA									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	€ 6.798,62	€ 6.943,27	€ 10.771,00	€ 7.084,90	€ 8.390,30	€ 11.464,32	€ 36.041,19	€ 15.828,28	5279,26
Fev	€ 179,57	€ 4.593,93	€ 7.391,96	€ 4.561,53	€ 10.375,22	€ 10.993,83	€ 9.004,70	€ 6.881,51	8328,98
Mar	€ 22.336,17	€ 17.388,09	€ 7.978,97	€ 11.766,90	€ 13.100,71	€ 16.070,59	€ 15.024,36	€ 7.074,08	8795,42
Abr	€ 7.945,85	€ 8.449,64	€ 9.733,07	€ 5.875,43	€ 12.582,88	€ 14.132,31	€ 13.254,22	€ 8.605,45	13463,33
Mai	€ 199,52	€ 7.102,88	€ 13.446,07	€ 14.343,82	€ 16.811,76	€ 22.195,56	€ 14.348,44	€ 12.198,45	15139,7
Jun	€ 14.155,88	€ 18.096,39	€ 17.234,66	€ 188,83	€ 33.788,71	€ 216,30	€ 211,96	€ 208,17	4798,84
Jul	€ 39.090,79	€ 21.857,32	€ 207,11	€ 50.520,88	€ 28.479,68	€ 27.391,71	€ 60.263,23	€ 215,36	9630,69
Ago	€ 20.271,15	€ 16.699,75	€ 44.259,22	€ 23.303,42	€ 202,06	€ 54.146,73	€ 233,15	€ 57.881,01	863,65
Set	€ 12.529,80	€ 11.198,01	€ 9.672,65	€ 195,35	€ 43.647,11	€ 22.754,26	€ 204,89	€ 18.496,33	815,06
Out	€ 9.751,50	€ 8.773,86	€ 8.754,61	€ 29.424,75	€ 10.034,41	€ 12.272,33	€ 50.669,58	€ 6.734,23	579,91
Nov	€ 9.482,15	€ 8.619,23	€ 6.953,02	€ 188,83	€ 15.609,48	€ 227,49	€ 4.781,18	€ 11.450,49	
Dez	€ 5.526,68	€ 7.960,81	€ 6.595,30	€ 19.456,68	€ 10.380,20	€ 193,01	€ 6.476,04	€ 4.553,60	
Total	€ 148.267,67	€ 137.683,18	€ 142.997,64	€ 166.911,32	€ 203.402,52	€ 192.058,44	€ 210.512,94	€ 150.126,96	€ 67.694,84
Média	€ 12.355,64	€ 11.473,60	€ 11.916,47	€ 13.909,28	€ 16.950,21	€ 16.004,87	€ 17.542,75	€ 12.510,58	€ 6.769,48

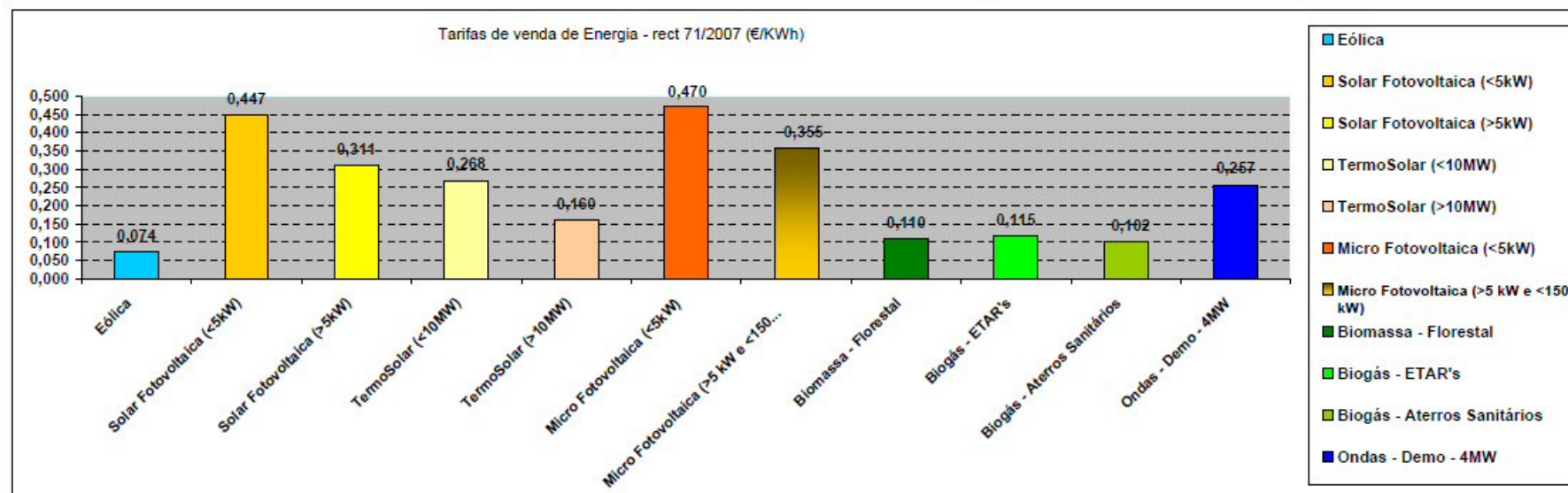




ANEXO E

Tarifas de Venda (rectificação (71/2007) de 24 Julho de 2007 ao Decreto-Lei 225/2007 de 31 de Maio)

Tecnologia	Potência Instalada (Exemplo) - kW	Tarifas de venda de Energia - 31/Mai/2007 (€/KWh)	Tarifas de venda de Energia - rect - 24/Jul/2007 (€/KWh)	diferencial em %
Eólica	10.000	0,074	0,074	0%
Solar Fotovoltaica (<5kW)	5	0,547	0,447	-18%
Solar Fotovoltaica (>5kW)	10.000	0,376	0,311	-17%
TermoSolar (<10MW)	10.000	0,323	0,268	-17%
TermoSolar (>10MW)	20.000	0,189	0,160	-15%
Micro Fotovoltaica (<5kW)	5	0,576	0,470	-18%
Micro Fotovoltaica (>5 kW e <150 kW)	150	0,432	0,355	-18%
Biomassa - Florestal	10.000	0,113	0,110	-3%
Biogás - ETAR's	1.000	0,117	0,115	-2%
Biogás - Aterros Sanitários	1.000	0,104	0,102	-1%
Ondas - Demo - 4MW	4.000	0,246	0,257	4%





ANEXO F

RETORNO DO INVESTIMENTO

Tecnologia	Potência Instalada (Exemplo) -kW	Investimento	Lucros Mensais Brutos	Lucros Brutos Anuais (1º ano)	Lucros Brutos Anuais (2º ano)	Lucros Brutos Anuais (10º ano)	Lucros Brutos Anuais (17º ano)	Lucros Brutos Anuais (18º ano)	Lucros Brutos Anuais (19º ano)	Lucros Brutos Anuais (20º ano)	Payback (anos)	TIR's aproximadas	Notas
Eólica	10.000	-14.000.000 €	151.518 €	1.818.218 €	1.872.764 €	1.872.764 €	2.303.264 €	2.372.362 €	0 €	0 €	7,7	11%	últimos 2 anos servem para pagar o valor da Oper. & Manut. (estimado em cerca de 10% por ano)
Solar Fotovoltaica (<5kW)	5	-30.000 €	277 €	3.319 €	3.418 €	4.330 €	5.325 €	5.485 €	0 €	0 €	9,0	10%	
Solar Fotovoltaica (>5kW)	10.000	-55.000.000 €	384.009 €	4.608.108 €	4.746.352 €	6.012.536 €	7.394.661 €	7.616.501 €	0 €	0 €	11,9	7%	
TermoSolar (<10MW)	10.000	-40.000.000 €	331.081 €	3.972.968 €	4.092.157 €	5.183.822 €	6.375.447 €	6.566.710 €	0 €	0 €	10,1	9%	
TermoSolar (>10MW)	20.000	-80.000.000 €	396.591 €	4.759.088 €	4.901.861 €	6.209.530 €	7.636.939 €	7.866.047 €	0 €	0 €	16,8	3%	
Micro Fotovoltaica (<5kW)	5	-30.000 €	291 €	3.489 €	3.594 €	4.553 €	5.599 €	5.767 €	0 €	0 €	8,6	11%	
Micro Fotovoltaica (>5 kW e <150 kW)	150	-900.000 €	6.590 €	79.085 €	81.457 €	103.187 €	126.907 €	130.715 €	0 €	0 €	11,4	7%	
Biomassa - Florestal	10.000	-35.000.000 €	554.639 €	5.324.532 €	5.484.268 €	6.947.307 €	8.544.311 €	0 €	0 €	0 €	5,3	14%	últimos 3 anos servem para pagar o valor da Oper. & Manut. (estimado em cerca de 15% por ano)
Biogás - ETAR's	1.000	-2.000.000 €	55.428 €	665.138 €	685.092 €	867.854 €	1.067.351 €	0 €	0 €	0 €	3,0	29%	
Biogás - Aterros Sanitários	1.000	-2.000.000 €	49.171 €	590.049 €	607.751 €	769.880 €	946.856 €	0 €	0 €	0 €	3,4	26%	
Ondas - Demo - 4MW	4.000	-18.400.000 €	308.516 €	3.702.194 €	3.813.260 €	4.830.524 €	5.940.935 €	0 €	0 €	0 €	5,0	19%	



ANEXO G ORÇAMENTO MICROGERAÇÃO

T&T MULTIELÉCTRICA, LDA

Empresa com Sistema de Garantia da Qualidade Certificado ao abrigo das Normas NP EN ISO 9001:2000 Crasto de Campia – 3670 058 Vouzela

Tel: (232) 750100 / Fax (232) 750107

Orçamento/Contrato N.º 248-2008 G00

Ex.mo Sr. José Castro
Vila Nova da Barquinha
2260 –375 VILA NOVA DA
BARQUINHA

Antes de mais queremos agradecer a sua prezada consulta e como oportunamente solicitado, serve o presente para enviar o nosso melhor orçamento para o fornecimento e montagem de Micro Central Fotovoltaica, e Sistema Solar térmico, de acordo com o mapa de quantidades abaixo descrito. Obra a realizar em Vila Nova da Barquinha.

Na expectativa de termos correspondido às necessidades manifestadas por V. Exas., permanecemos ao vosso dispor para os esclarecimentos que entenda necessários.

Sem outro assunto de momento.

Cumprimentos.

Paulo Hernâni Dept. Técnico/Comercial e
Orçamentação TIm: 961 935 056

p.hernani@ttlda.pt



PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS 3,51KW

Descrição	Unid.	Quant.	V.Unit.	V. Total
Módulo FV SUNTECH STP270s24/Ac, 270 Wp	un	13		
Estrutura de fixação completa para cobertura plana	vg	1		
Relé DC KACO Powador 1000Vdc/25A	un	1		
Cabo Monocondutor RADOX H07RNF1x6mm2 (bobine 100m)	un	1		
Inversor KACO 3500Xi, 3450w, s/ tansf. IP54	un	1		
Calha técnica de passagem de cabos entre painéis e inversor	vg	1		
Sistema de ligação potencial à terra	vg	1		
Quadro eléctrico AC, de montagem interior, equipado com disjuntor de 25A e interruptor diferencial 2x40A, 500mA	vg	1		
Caixa de contador Monof. TEVKVOM	un	1		
Caixa Portinhola TEVKVCDF com seccionador e fusíveis	un	1		
Contador bidireccionaltelecontagem ACTARIS ACE SL 7000, com módulo GSM	un	1		
Cabo XV 4G16mm	ml	25		
Tubo Corrogado 63mm	ml	24		
Calha EFAPEL 110x50mm	ml	7		
Acessórios diversos, mãodeobra e deslocações	vg	1		
			TOTAL (s/ IVA):	18.987,07€

Est. Meteorológica: Santarém

Sistema:	Fixo	em	telhado	Pot. Ligação:	3,45	KW				
Produção Anual Estimada:	4713	KWh (1343	KWh / KWp)	Pot. Instalada: 3,51 KWp				
Remuneração Anual:	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
	3.063 €	3.063 €	3.063 €	3.063 €	3.063 €	2.370 €	2.370 €	2.252 €	2.139 €	2.032 €
	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
	2.032 €	1.931 €	1.931 €	1.834 €	1.834 €	845 €	905 €	937 €	970 €	1.003 €
	Investimento Previsto:					18.987,07€				
	IVA s/ investimento:					2.278,44€				
	Regime de IVA:					Não enquadrado				
	Contabilidade:					Reg. Simplificado				
	Abatimento à Colecta IRS:					770,00 €				
	TOTAL Investimento:					21.265,51 €				
	Empréstimo:					-€				
	Duração:					-€				
	Capital Próprio:					21.265,51€				
	Prestação Anual:					-€				
	TIR:					10%				
	Tx. Desconto (VAL):					4%				
	VAL:					32.863,09 €				
	Retorno Previsto do Investimento:					7,2 anos				



Descrição	Unid.	Quant.	V.Unit.	V. Total
Módulo FV SUNTECH STP270s24/Ac, 270 Wp	un	15		
Estrutura de fixação completa para cobertura plana	vg	1		
Relé DC KACO Powador 1000Vdc/25A	un	1		
Cabo Monocondutor RADOX H07RNF1x6mm2 (bobine 100m)	un	1		
Inversor KACO 3500Xi, 3450w, s/ tansf. IP54	un	1		
Calha técnica de passagem de cabos entre painéis e inversor	vg	1		
Sistema de ligação potencial à terra	vg	1		
Quadro eléctrico AC, de montagem interior, equipado com disjuntor de 25A e interruptor diferencial 2x40A, 500mA	vg	1		
Caixa de contador Monof. TEVKVOM	un	1		
Caixa Portinhola TEVKVCDF com seccionador e fusíveis	un	1		
Contador bidireccionaltelecontagem ACTARIS ACE SL 7000, com módulo GSM	un	1		
Cabo XV 4G16mm	ml	25		
Tubo Corrogado 63mm	ml	24		
Calha EFAPEL 110x50	ml	7		
Acessórios diversos, mão-deobra e deslocações	vg	1	TOTAL (s/ IVA):	21.103,33€

Est. Meteorológica:	Santarém					Pot. Ligação:	3,45	KW		
Sistema:	Fixo	em	telhado			Pot. Instalada:	4,05	KWp		
Produção Anual Estimada:	5438	KWh (1343	KWh / KWp)					
Remuneração Anual:	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
	3.535€	3.535€	3.535€	3.535€	3.535€	2.735 €	2.735 €	2.598€	2.468€	2.345 €
	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
	2.345€	2.228€	2.228€	2.116 €	2.116 €	975 €	1.044 €	1.081€	1.119€	1.158 €
	Investimento Previsto:					21.103,33€				
	IVA s/ investimento:					2.532,39€				
	Regime de IVA:					Não enquadrado				
	Contabilidade:					Reg. Simplificado				
	Abatimento à Colecta IRS:					770,00€				
	TOTAL Investimento:					23.635,72€				
	Empréstimo:					-€				
	Duração:					-€				
	Capital Próprio:					23.635,72€				
	Prestação Anual:					-€				
	TIR:					11%				
	Tx. Desconto (VAL):					4%				
	VAL:					37.809,43€				
	Retorno Previsto do Investimento:					6,9 anos				



ANEXO H Aerogeradores “Enercon E-70” e “Proven 15”

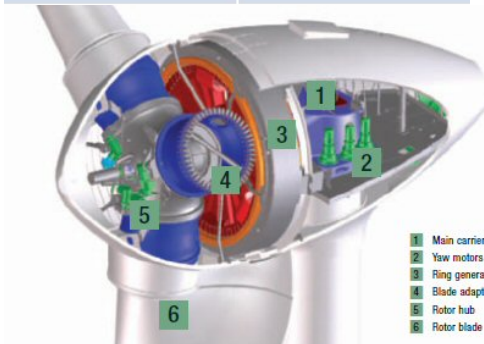
Wind power plant: ENERCON E-70



Rated capacity:	2000 kW
Rotor diameter:	71.00 m



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	
Potência Nominal	15.0kW (12m/s)
Velocidades de arranque	2,5m/s
Velocidade de cut-out	Não tem
Número de pás	3 - (9m diâmetro)
Tipo de rotor	Downwind auto regulado
Material das pás	Composito termoplástico
Tipo de gerador	Sem escovas / Transmissão directa
Carregamento de baterias	24/48Vdc
Ligação à rede com inversor Windyboy	230Vac /50Hz
Aquecimento directo	240Vac
Rotação Nominal	150rpm
Peso do gerador	1.100kg
Tipo de torre	Relativo cónico e sem mastros
Altura da torre	15.0 e 25.0m
Peso da torre	1.478 ou 2.794kg
Potência sonora a 5m/s	48dBa
Potência sonora a 20m/s	65dBa
Binário do rotor	26KN
Produção anual	15.000 a 40.000kwh



SYSTEM MANUFACTURING
ENERCON E-70 wind turbines are individually manufactured taking the location, the conditions of service and the applicable regulations and guidelines into consideration.

OPTIONS AND ACCESSORIES:

- Tower versions

Hub height	Tubular steel tower	Prefab concrete tower
64 m	X	
85 m	X	
98 m	X	X
113 m		X

- Personnel lift (for towers up to 98 m)
- Special tower paint
- Shallow foundations and deep foundations
- Grid characteristics (transmission / distribution / chopper cabinets / UPS)
- Transformer substations
- Day and night identification / synchronisation
- Shadow shut-off
- Blade heater
- Heated anemometer
- External display

TECHNICAL DATA

Rated power:	2000 kW
Rotor diameter:	71 m
Hub height:	64–113 m (various towers and bases)
Turbine concept:	Gearless, variable speed, variable pitch control
Rotor	
Type:	Upwind rotor with active pitch control
Direction of rotation:	Clockwise
Number of blades:	3
Swept area:	3959 m ²
Blade material:	Fibreglass (epoxy resin); integrated lightning protection
Rotational speed:	Variable, 6–21.5 rpm
Tip speed:	22–80 m/s
Pitch control:	ENERCON blade pitch system, one independent pitching system per rotor blade with allocated emergency supply
Drive train with generator	
Hub:	Rigid
Main bearings:	Dual-row tapered/single-row cylindrical roller bearings
Generator:	Direct-drive ENERCON annular generator
Grid feeding:	ENERCON inverter
Braking systems:	– 3 independent blade pitch systems with emergency supply – Rotor brake – Rotor lock
Yaw control:	Active via adjustment gears, load-dependent damping
Cut-in wind speed:	2.5 m/s
Rated wind speed:	13.5 m/s
Cut-out wind speed:	28–34 m/s
Remote monitoring:	ENERCON SCADA



ANEXO I LOCALIZAÇÃO CENTRAL FOTOVOLTAICA

Vista do COFA e da zona do “Moinho do Alferes”



Vista do COFA





Vista da zona do “Moinho do Alferes”



Central fotovoltaica de Serpa





ANEXO J

QUESTIONÁRIO DISTRIBUIDO A MILITARES DO COFA

Este questionário é anónimo e destina-se à recolha de alguns dados no universo dos militares colocados no Comando Operacional da Força Aérea, tendo em vista a realização de um trabalho de investigação no âmbito do Curso de Promoção a Oficial Superior da Força Aérea.

1. Tem alojamento atribuído no COFA? SIM NÃO
2. Pernoita habitualmente na Unidade? SIM NÃO
3. Em média quantas vezes por semana toma banho na Unidade?
4. Total aproximado de horas semanais que mantém as luzes do quarto acesas?
5. Caso tenha respondido afirmativamente à 1ª pergunta, qual o alojamento atribuído?
 - a. Alojamento de Oficiais
 - b. Alojamento de Sargentos
 - c. Alojamento de Praças masculinos
 - d. Alojamento de Praças femininos
 - e. Alojamento de Pessoal em Transito
 - f. Outro

Obrigado pela sua colaboração