

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**  
**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

**2010/2011**



**TII**

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

**ALTERNATIVAS À ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DAS ESTAÇÕES DE COMUNICAÇÕES DA FORÇA AÉREA**

**PEDRO MIGUEL DA SILVA COSTA**  
**CAPITÃO ENGEL**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**ALTERNATIVAS À ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA  
ELÉCTRICA DAS ESTAÇÕES DE COMUNICAÇÕES DA  
FORÇA AÉREA**

**CAP/ENGEL Pedro Miguel da Silva Costa**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Pedrouços 2011



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**ALTERNATIVAS À ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA  
ELÉCTRICA DAS ESTAÇÕES DE COMUNICAÇÕES DA  
FORÇA AÉREA**

**CAP/ENGEL Pedro Miguel da Silva Costa**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Orientador: TCOR/PILAV João Conde

Pedrouços 2011



## Agradecimentos

A realização deste trabalho levou ao envolvimento (directo ou indirecto) de um conjunto de pessoas. No percurso decorrido muitas foram as que deram a sua contribuição para que este trabalho se tornasse possível e deste modo, não podia deixar de lhes dirigir uma palavra de agradecimento.

Ao Eng.º Paulo Fernandes da OPTIMUS, ao Eng.º António Martins da VODAFONE, ao Eng.º Pedro Sobral da BRISA e ao Eng.º Pedro Caetano da DGEG, pelas entrevistas permitidas e pela constante disponibilidade e incansável motivação na orientação do trabalho.

Aos entrevistados Cor Afonso, TCor Peixoto e Maj Bonito pela disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Ao meu orientador TCor Conde, pela assistência contínua, orientação prestada e pela motivação inculcada, ao longo da elaboração do trabalho. Agradeço as profícuas reuniões preparatórias sobre metodologia e conteúdo e pelo acompanhamento colaborante e interessado que prestou a este trabalho de investigação.

Aos meus amigos e camaradas que ao longo de todo o percurso foram um apoio que tornaram mais leves os momentos mais difíceis.

A toda a minha família, que sempre me motivou e apoiou nos períodos de menor “crença”. Em especial à minha esposa Célia e filhos Madalena e Jaime, por serem os pilares da minha vida, pela sua amizade, paciência, atenção e pela preciosa motivação que me inculcaram.

A todos os que pacientemente me cederam informação, me acompanharam, esclareceram dúvidas, apoiaram ou de qualquer outra forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

A todos o meu muito obrigado.



## Índice

Introdução.....	1
1. O paradigma energético actual e o estatuto das Energias Renováveis .....	5
a. Paradigma energético actual .....	5
b. Enquadramento Legislativo .....	7
(1) Orientações da UE e outros compromissos internacionais .....	7
(2) Orientações nacionais.....	9
(3) Orientações no seio das FFAA.....	11
2. Alimentação eléctrica de uma EC da FAP a partir de fontes renováveis .....	13
a. Caracterização de uma EC .....	13
b. Caracterização de consumos de energia numa EC .....	15
c. Análise técnica de soluções disponíveis no mercado.....	16
d. Análise económica.....	22
e. Contribuição da solução para a mitigação dos gases efeito de estufa.....	24
f. Análise de operacionalidade ao sistema .....	25
g. Análise de resultados .....	26
Conclusões e recomendações .....	28
Bibliografia.....	33
Apêndice A – Corpo de Conceitos.....	A-1
Apêndice B – Mapa Conceptual.....	B-1
Apêndice C – Caracterização dos consumos e produção de energia eléctrica em Portugal .....	C-1
Apêndice D – Caracterização das fontes de energias renováveis.....	D-1
Apêndice E – Análise Económica.....	E-1
Apêndice F – Contribuição das energias renováveis nas instalações militares .....	F-1
Apêndice G – Guião das entrevistas.....	G-1



## Índice de Figuras

Figura nº1 - Evolução do consumo mundial - principais energias primárias .....	5
Figura nº2 - Evolução dos consumos de energia 2007-2035 .....	6
Figura nº3 – EC da FAP .....	13
Figura nº4 - Mapa de Portugal Continental com a localização das EC's da FAP e da rede SICOM. ....	14
Figura nº5 - Dados de insolarização. ....	17
Figura nº6 - Distribuição das horas de produção dos parques eólicos em Portugal de Dez. de 2009 a Dez. 2010 .....	18
Figura nº7 - Esquema de princípio – Opção Energia Solar. ....	19
Figura nº8 - Esquema de princípio – Opção Energia Eólica. ....	20
Figura nº9 - Esquema de princípio – Opção Híbrida.....	21
Figura nº10 - Antena de comunicação da VODAFONE .....	21
Figura nº11 - Maiores países produtores de energia eólica, em potência instalada e num rácio <i>per capita</i> .....	C-1
Figura nº12 - Origem da energia fornecida em 2009 pela EDP .....	C-3



## **Índice de Tabelas**

Tabela nº1 – Análise económica.....	23
Tabela nº2 – Análise SWOT .....	26
Tabela nº3 – Maiores países produtores de energia solar fotovoltaica em 2008.....	C-2



## Resumo

O presente trabalho visa analisar a possibilidade de implementar, numa Estação de Comunicações (EC's) da FAP, equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, numa perspectiva de garantir a alimentação eléctrica da instalação apenas recorrendo a energias renováveis tendo, em alternativa a alimentação de energia eléctrica existente, presentemente ligada à rede pública. Antes mesmo de analisar as soluções de alimentação, pretende-se enquadrar o leitor, no que concerne ao novo paradigma energético, sensibilizando-o para a crise energética actual. Com o presente trabalho pretende-se também apresentar a evolução estabelecida do quadro legislativo aplicável a esta matéria.

As tecnologias disponíveis na actualidade permitem considerar o aproveitamento de diferentes tipos de energias renováveis para conversão de energia eléctrica, nomeadamente as de origem solar, eólica, hídrica e geotérmica, bem como as obtidas a partir da biomassa, das marés e das ondas. A opção por estes tipos de energia carece de estudos de viabilidade e de análises reflectidas da sua adequação às pretensões e às características do local da instalação. As características das fontes disponíveis no mercado, o clima do país, os consumos energéticos e a caracterização da instalação a alimentar, permitem deduzir linhas de orientação.

O estudo realizado, que dadas as características e localização da instalação a alimentar conduziu para um ênfase nas energias solar e eólica, estabelece directrizes orientadoras para acções futuras. No presente estudo foi possível avaliar tecnicamente a viabilidade de soluções disponíveis no mercado, bem como estabelecer uma análise ao período estimado de retorno do investimento. Para além de permitir identificar vantagens e desvantagens destas fontes de energia, foi possível quantificar o impacto ambiental evitado.

A metodologia utilizada neste trabalho baseou-se na formulação de hipóteses, as quais foram testadas recorrendo sobretudo à recolha de informações, a partir de entrevistas realizadas a entidades que na sua actividade exercem acção sobre o tema tratado, nomeadamente empresas privadas com instalações semelhantes e organismos públicos que se dedicam à gestão e tratamento de informação na área da energia eléctrica.

São ainda apresentadas acções recomendadas para o MDN e FAP, bem como algumas recomendações, que passam pela proposta de temas para futuros trabalhos de investigação.



## **Abstract**

This study aims to examine the feasibility of implementing, in a FAP Telecommunication Station, energy conversion equipment from renewable sources, with a view to ensuring the power supply of the installation only using renewable energy instead the existing public power supply. Even before considering the power solutions, seeks to frame the reader, regarding the new energy paradigm, focus it in the present energy crisis. The present work also aims to present the evolution of the established legal framework applicable to this matter.

The technologies available today allow us to consider the use of different types of renewable energy to conversion electrical energy, including from solar, wind, hydro and geothermal, as well as those obtained from biomass, tides and waves. The choice of these types of energy depends of feasibility studies and analysis reflected the wishes of their adequacy and characteristics of the installation site. The characteristics of the sources available on the market, the country's climate, energy consumption and the characterization of the facility to feed, can be derived guidelines.

The present study, which given the nature and location of the feed led to an emphasis on solar and wind power, establishes guidelines for future actions. In the present study was technically possible to evaluate the feasibility of solutions available in the market and establish an analysis to the estimated return on investment. Apart from allowing to identify advantages and disadvantages of these energy sources, it was possible to quantify the environmental impact avoided.

The methodology used was based on the formulation of hypotheses, which were tested using mainly the collection of information from interviews with entities that carry on their business operation on the theme, including its civilian facilities with similar bodies and public engaged in the management and processing of information in the field of electricity.

It is also presented some recommended actions for the MDN and FAP, as well as recommendations that pass by the proposed topics for future research.



## **Palavras-chave**

- Energias renováveis
- Estação de Comunicações



## Lista de Abreviaturas

BA5	– Base Aérea N°5
BP	– <i>British Petroleum</i>
BTU -	– Unidade de energia, <i>British Thermal Unit</i> (ou Unidade térmica Britânica), equivalente a 1 055,05585 joules
CLAFA	– Comando da Logística da Força Aérea
CMSM	– Campo Militar de Santa Margarida
CH <sub>4</sub>	– Metano
CO <sub>2</sub>	– Dióxido de carbono
DGEG	– Direcção Geral de Energia e Geologia
DGAIED	– Direcção Geral de Armamento e Infra-Estruturas da Defesa
DGIE	– Direcção-Geral de Infra-Estruturas
DI	– Direcção de Infra-Estruturas
DIE	– Direcção de Infra-Estruturas do Exército
EC	– Estação de Comunicações
EDP	– Energias de Portugal
EMFA	– Estado Maior da Força Aérea
ENE	– Estratégia Nacional para a Energia
ESCO	– <i>Energy Service Companies</i>
MDN	– Ministério da Defesa Nacional
FAP	– Força Aérea Portuguesa
FER	– Fontes de Energias Renováveis
FFAA	– Forças Armadas Portuguesas
GEE	– Gases com efeito de estufa
HFC	– Hidro Fluor Carbono
INETI	– Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P
N <sub>2</sub> O	– Óxido nitroso
MDN	– Ministério da Defesa Nacional
OCDE	– Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OTAN	– Organização do Tratado do Atlântico Norte
PD	– Pergunta derivada
PNAEE	– Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNAC	– Programa Nacional para as Alterações Climáticas



PFCs	– Perfluorcarbonetos
RI10	– Regimento de Infantaria nº10
SF6	– Hexafluoreto de enxofre
SICOM	– Sistema de Comunicações Militares
TEP	– Tonelada Equivalente de Petróleo
TII	– Trabalho de Investigação Individual
UE	– União Europeia
VTS	– Sistema Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo
WEC	– <i>World Energy Council</i>



## Introdução

Portugal apresenta-se como um país com escassos recursos energéticos próprios, nomeadamente aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas, como o petróleo, o carvão e o gás. Esta escassez conduz a uma elevada dependência energética do exterior, atingindo o valor de 82,9%<sup>1</sup> em 2007.

Por outro lado, Portugal apresenta, pela sua posição geográfica, uma elevada exposição solar média anual e dado que dispõe de uma vasta frente marítima, beneficia dos ventos atlânticos, o que lhe confere a possibilidade de aproveitar o potencial energético destas fontes renováveis. Estas condições permitem assumir que o nosso país poderá, pelas condições excepcionais identificadas, optar pelo aproveitamento de formas de energia alternativas ao consumo de combustíveis fósseis.

No que respeita ao aproveitamento de energia hídrica, Portugal tem um histórico no aproveitamento deste recurso, sobretudo pelas barragens executadas na segunda metade do século passado, aproveitando os recursos hídricos, correspondendo à energia renovável com maior expressão na resposta à demanda energética nacional<sup>2</sup>.

A opção pelas energias renováveis apresenta também vantagens do ponto de vista ambiental, pelo facto de conduzir a uma diminuição do consumo de energias que acarretam emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Portugal, assume-se presentemente como uma das referências mundiais na utilização de equipamentos com vista ao aproveitamento das energias renováveis, nomeadamente no que respeita ao aproveitamento da energia eólica, onde assume o décimo lugar a nível mundial, em potência instalada, de acordo com os dados estatísticos de 2009 da *Global Wind Energy Council*.

Perante estes factos, será aceitável reflectir da possibilidade das Forças Armadas (FFAA) e no caso concreto da Força Aérea Portuguesa (FAP), contribuir para este desígnio, no sentido de uma acção no sentido de um desenvolvimento sustentável. Mas será dos pontos de vista operacional, técnico e económico viável, a instalação de equipamentos de aproveitamento das energias renováveis? Que vantagens e riscos, para a missão da FAP, poderão estar associados a este contributo?

O ênfase do presente trabalho, incidirá na avaliação da possibilidade de recorrer à instalação de equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, com vista à alimentação eléctrica dos equipamentos existentes nas Estações de Comunicações

---

<sup>1</sup> Fonte - Direcção Geral de Energia e Geologia – DGEG.

<sup>2</sup> Fonte – DGEG.



(EC's) da FAP, tendo em alternativa a rede pública (existente). Neste contexto serão avaliadas as viabilidades técnica e económica de possíveis opções que o mercado disponibiliza. Será também avaliado e quantificado o impacto ambiental, bem como as vantagens e riscos destas tecnologias para a operacionalidade dos sistemas de comunicação da FAP.

## **Objectivos da Investigação**

### **Objectivo Geral**

Avaliar as vantagens e riscos para a FAP, no que respeita à utilização de equipamentos de conversão de energia eléctrica a partir de fontes renováveis, nas suas EC's.

### **Objectivos Específicos**

- Avaliar tecnicamente a viabilidade de instalação de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, nas EC's da FAP, tendo por base as soluções existentes e disponíveis comercialmente;
- Avaliar a possível mais-valia económica resultante da sua instalação;
- Avaliar o impacto ambiental resultante da aplicação dos referidos equipamentos.
- Avaliar as vantagens e riscos associados à instalação dos equipamentos em causa, para o cumprimento da missão da FAP.

## **Base Conceptual**

No contexto da investigação serão utilizados conceitos que estão referidos no Apêndice A e será respeitado o mapa conceitual, apresentado no Apêndice B.

## **Metodologia**

O presente trabalho de investigação será desenvolvido com base no método das Ciências Sociais proposto por Raymond Quivy. No enquadramento em que se desenvolveu este trabalho, surgiu a seguinte pergunta de partida ou questão central:

**Que benefícios poderá a FAP contrair pela aplicação de equipamentos de conversão de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis, nas suas EC's?**

Associada à questão central, derivaram as seguintes perguntas derivadas (PD):



- PD1** - Serão tecnicamente viáveis, alguns dos equipamentos de conversão de energia existentes no mercado das energias renováveis, para instalar nas EC's da FAP?
- PD2** - Será economicamente viável a implementação de alguns dos equipamentos de conversão de energia, existentes no mercado das energias renováveis, para instalar nas EC's da FAP?
- PD3** - Em que medida, a implementação dos equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, poderá contribuir para a mitigação das emissões de gases com efeito de estufa (GEE)?
- PD4** - Que vantagens e riscos serão espectáveis para a operacionalidade do sistema de comunicações da FAP, com a instalação dos equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis?

Face às questões derivadas formuladas e para responder à questão central, formularam-se as seguintes hipóteses:

- H1** - Existirão no mercado, equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, susceptíveis de implementação em EC's.
- H2** - Será economicamente viável a implementação de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, nas EC's, ponderando os custos com o investimento, operação e manutenção.
- H3** - Existirá benefícios ambientais que decorrem da instalação de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, nas EC's.
- H4** - Existirão benefícios operacionais que decorrem da menor probabilidade de falhas na alimentação eléctrica dos equipamentos das EC's, pela alternativa que se prevê com a instalação destes equipamentos de conversão de energia.

O enquadramento das hipóteses apresentadas anteriormente, com as respectivas questões derivadas encontra-se patente no mapa conceptual anteriormente referido.

Depois desta introdução será efectuada a abordagem ao presente estado dos consumos de energia a nível mundial e depois particularmente para o caso português, com ênfase para a componente eléctrica. Abordar-se-á o estatuto das energias renováveis no nosso país e será apresentado um enquadramento legislativo a esta matéria.



No segundo capítulo, será caracterizada uma EC da FAP, tipificando a instalação, para que deste modo se possa avaliar a viabilidade técnica e económica da implementação das energias renováveis como fontes de alimentação eléctrica. Serão também identificadas vantagens e riscos associados à implementação deste tipo de equipamentos, para a operacionalidade do sistema de comunicações da FAP.

Por fim, serão apresentadas as conclusões e recomendações que se julgam importantes e pertinentes no âmbito desta investigação.



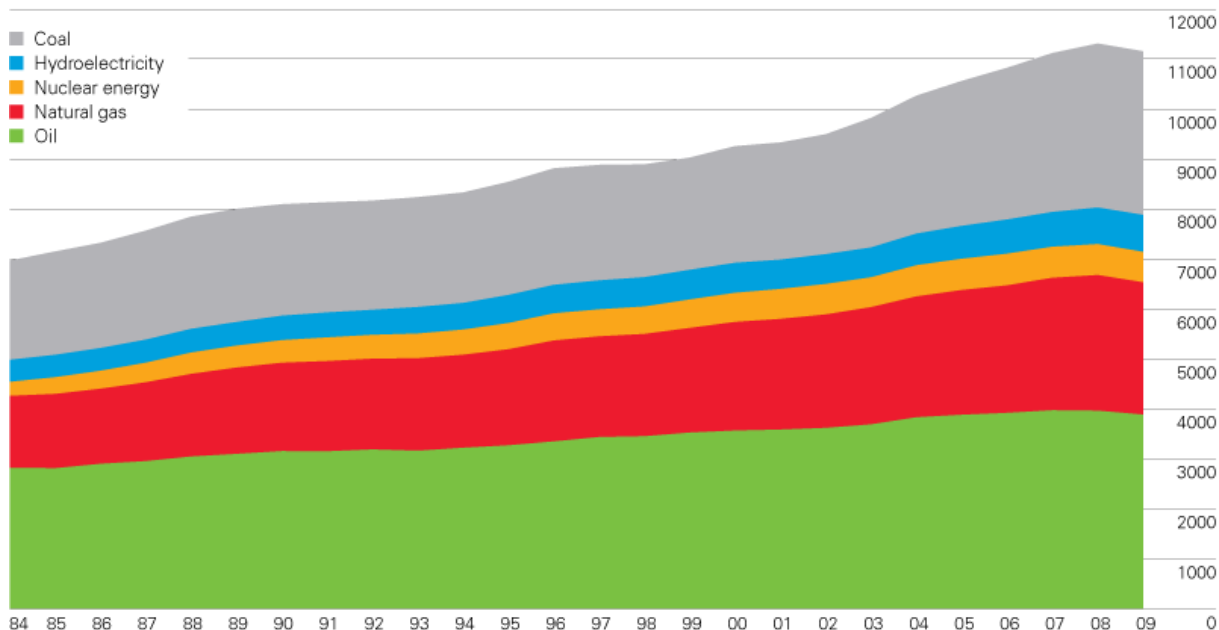
## 1. O paradigma energético actual e o estatuto das Energias Renováveis

### a. Paradigma energético actual

De acordo com o *Statistical Review of World Energy*<sup>3</sup>, o consumo de energia primária mundial, em 2009, foi superior a 11.000 milhões de toneladas equivalente de petróleo (TEP). Na figura nº1 é apresentada a evolução do consumo mundial desde o ano de 1984 a 2009, por tipo de energia primária. Nesta figura é visível que a principal energia primária consumida é o petróleo, em segundo lugar apresenta-se o carvão, em terceiro lugar o gás natural, em quarto a energia hidroeléctrica<sup>4</sup> e por último a energia nuclear.

#### World consumption

Million tonnes oil equivalent



World primary energy consumption fell by 1.1% in 2009, the first decline since 1982. Consumption was weaker than average in all regions. While oil remains the leading fuel (accounting for 34.8% of global primary energy consumption), it continues to lose market share. Coal's share of global energy consumption was the highest since 1970.

Figura nº1 - Evolução do consumo mundial - principais energias primárias.

Fonte: *Statistical Review of World Energy* 2010, BP

No que respeita à evolução dos consumos de energia e em conformidade com projecções de consumo a nível mundial, de acordo com dados da *International Energy Agency* (IEA), referentes a 2008, prevê-se que no período compreendido entre 2007 e 2035 a procura de energia tenha um incremento próximo de 50%, conforme ilustrado na figura nº2 na página seguinte.

<sup>3</sup> Relatório anual emitido pela BP.

<sup>4</sup> Ou energia hidráulica, obtida a partir da energia potencial da massa de água, que se transformará em energia mecânica antes de se transformar em electricidade.

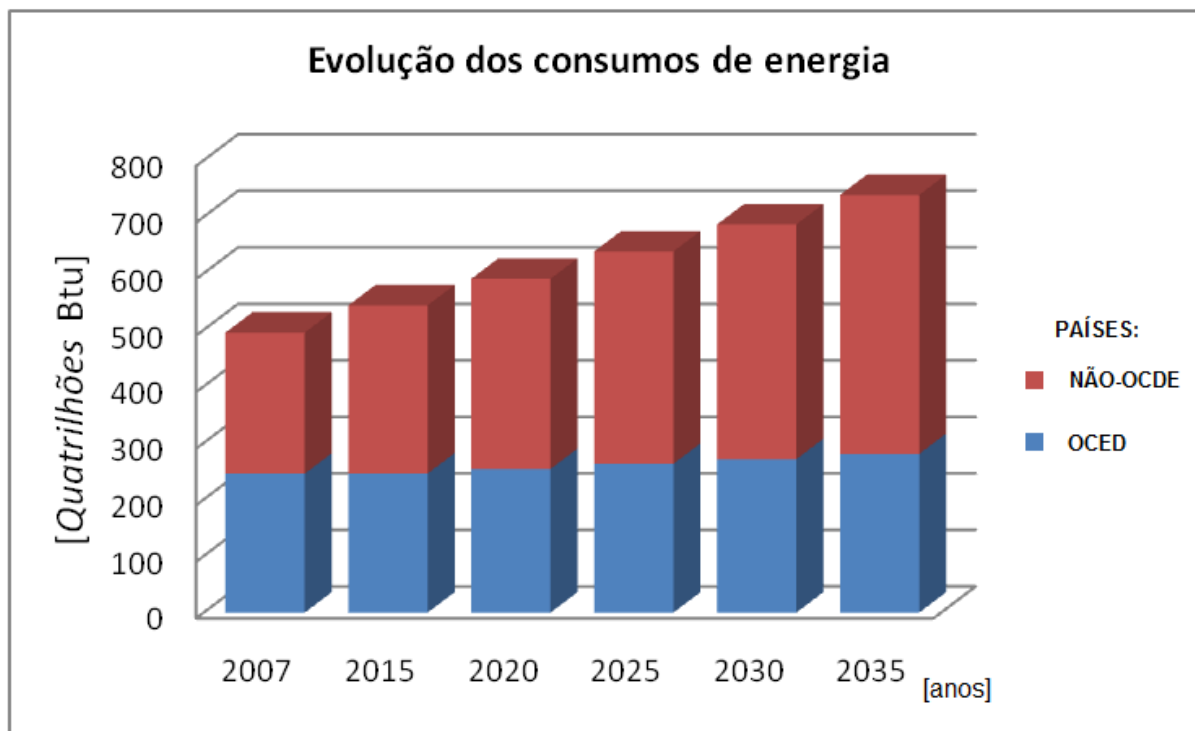


Figura nº2. Evolução dos consumos de energia 2007-2035

Fonte: IEA

A evolução no consumo, permite equacionar um problema energético pelo facto de se consumir mais rapidamente as energias não renováveis que o período de reposição das matérias primas na natureza.

A esta perspectiva de aumento dos consumos, dever-se-á cumulativamente sensibilizar para o aumento dos preços de angariação das matérias primas, motivado pela dificuldade de obtenção destas e pelas convulsões geopolíticas que envolvem os países exportadores destas matérias. O problema poderá residir na sustentabilidade das economias, tendo por base o custo de exploração do petróleo, que sendo a fonte de energia primária por excelência (em qualidade e quantidade), determina o preço de outras fontes de energia, nomeadamente do gás natural<sup>5</sup> e electricidade, e deste modo, em consequência, determinará o desempenho das economias.

O carvão, quando comparado com o petróleo, apresenta uma relativa estabilidade de preços, no entanto, quando comparado com as outras fontes de energia é o maior emissor de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, principais GEE.

Actualmente há claras evidências científicas que provam que as mudanças climáticas são fruto de actividade do homem e são atribuíveis à emissão de GEE, principalmente produzidas pela utilização de energias fósseis, no entanto, será necessário

<sup>5</sup> Existe um artificialismo financeiro aplicado a este recurso, que indexa os seus custos aos preços do petróleo.



garantir o acesso à energia e as condições da sua utilização influenciam o conforto e a qualidade de vida das populações.

A resposta para alcançar uma economia com energia eficiente, de baixo teor de emissão de GEE e simultaneamente enfrentar o desafio da sustentabilidade, assente numa estrutura de garantia de abastecimento, onde pesam valores por vezes incompatíveis, como a competitividade e o valor ambiental, poderá estar na promoção e utilização de fontes renováveis para a produção de energia eléctrica, que despontam como solução a fim de garantir um desenvolvimento sustentável para a sociedade actual e futura. O sucesso destes empreendimentos dependerá contudo de um compromisso consciente entre custos, benefícios e disponibilidade tecnológica.

Portugal tem assumido acções no sentido de diminuir a sua dependência energética do exterior, sobretudo por investimentos nas energias renováveis, conforme se poderá constatar no Apêndice C.

Para a prossecução da orientação portuguesa, contribui um quadro normativo e directivo internacional e nacional, assente sobretudo no sentido de abrandar o impacto ambiental da actividade humana, que se passará a analisar.

## **b. Enquadramento Legislativo**

Pretende-se identificar as principais acções normativas e directivas legisladas e assumidas internacionalmente e de âmbito nacional, pelas entidades estatais e no seio das FFAA, no sentido de incentivar a utilização das fontes de energias renováveis.

### **(1) Orientações da UE<sup>6</sup> e outros compromissos internacionais**

Neste quadro salientar-se-ia o Protocolo de Quioto, assinado em 1997. O compromisso assumido pelos países signatários deste protocolo<sup>7</sup>, compreende a diminuição, entre 1990 e o período que decorre entre 2008 e 2012, das emissões dos GEE, num mínimo de 5%. Dentro deste objectivo, mas um pouco mais ambicioso, a UE, comprometeu-se a reduzir 8 % de emissões no seu todo. Para este último objectivo, foram estabelecidas metas para cada país, tendo em conta, entre outros factores, a tendência de crescimento. Neste sentido, Portugal assumiu o compromisso de “conter o crescimento das suas emissões para o período de 2008-2012 de um máximo de mais 27% relativamente a

---

<sup>6</sup> União Europeia.

<sup>7</sup> O Protocolo de Quioto foi aprovado pela República Portuguesa em 25 de Março de 2002, publicado através do Decreto-Lei nº7/2002, sendo que a UE aprovou o mesmo documento, em 25 de Abril do mesmo ano.



1990”, conforme publicado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro, valor claramente superior às metas definidas.

Já em 2008, na Conferência de Copenhaga, a UE adoptou uma política em matéria de energia e ambiente, propondo-se a reduzir em 20% os valores referentes aos GEE e consumo de energia bem como, satisfazer pelo menos em 20% as necessidades energéticas a partir de fontes renováveis.

Mais recentemente, em Dezembro de 2010, em Cancún e no seguimento da conferência de Copenhaga, nova reunião sobre alterações climáticas culminou num novo acordo de compromisso sem metas fixadas. Reconheceu-se a necessidade de baixar nas emissões globais dos GEE, de modo a evitar ou inverter as alterações climáticas, no entanto, a instabilidade da economia mundial e os interesses nacionais impediram um acordo vinculativo global. Encontra-se agendada nova conferência para finais 2011 em Durban.

No domínio das recomendações e das orientações emanadas pela UE para os respectivos Estados-Membros, salientar-se-ia o “Livro Verde”, datado de Novembro de 1996, subordinado ao tema “*Energy for the future: renewable sources of energy*”, que estimulava os Estados-Membros no sentido de promoverem as energias renováveis. Num novo “Livro Verde”, subordinado à eficiência energética, elaborado em 2005, a UE recomenda novamente o recurso às energias renováveis, reforçando a importância destas fontes energéticas, tendo em vista a estratégia europeia de segurança do aprovisionamento energético. (Comissão das Comunidades Europeias, 2005: 5). Mais recentemente e através de novo “Livro Verde”, publicado em 2006, intitulado “Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura”, a UE alerta para o aumento da procura global de energia, prevendo que a procura energética mundial e as emissões de GEE aumentem cerca de 60% até 2030 (Comissão das Comunidades Europeias, 2006: 3). Nesta última publicação a UE volta a salientar-se a importância destas fontes alternativas para uma política energética europeia assente na sustentabilidade, na competitividade e na segurança de aprovisionamento.

A promoção da electricidade produzida a partir das fontes de energia renováveis tem preenchido um potencial de exploração estratégico para a UE, conforme foi assumido na directiva europeia 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001, onde é reconhecido que este potencial estava subaproveitado no seio da Comunidade e que a sua promoção será de alta prioridade comunitária. Esta directiva estabeleceu metas indicativas para a produção de energias renováveis, perspectivando nessa altura, uma quota indicativa de 22,1% de



electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis, no consumo total de electricidade da Comunidade, em 2010<sup>8</sup>. Mais recentemente, o Parlamento Europeu apelou, para uma meta de 25% de energias renováveis no consumo energético global da UE em 2020<sup>9</sup>.

Todas estas orientações servem como linhas mestras, não vinculativas, para os diferentes Estados-Membros e manifestam as preocupações da UE em matéria de desenvolvimento energético sustentável, alterações climáticas, aquecimento global, competitividade e segurança europeia. Estabelecem um plano estratégico europeu para as tecnologias energéticas, onde a produção de energias renováveis assume um papel relevante.

## **(2) Orientações nacionais**

O primeiro programa relativo ao apoio das energias renováveis encontrado no quadro legal português, data de Agosto de 1986, num contexto de agravada crise energética, designado por “Sistema de Estímulos à Utilização Racional de Energia e ao Desenvolvimento de Novas Formas de Energia”<sup>10</sup>, destinado a incentivar o sector industrial na economia e produção de energia através de fontes renováveis. Complementar a este programa, foi publicado, o “Regulamento de Gestão do Consumo de Energia”<sup>11</sup>, aplicado às instalações consumidoras de energia dos sectores industrial e dos serviços. Estes programas não surtiram efeitos significativos<sup>12</sup>, essencialmente justificados pela crise económica em que o país se encontrava mas, sobretudo pelo pouco empenho do próprio sector Estado, já que a obtenção dos incentivos era demasiado burocrática.

Em 1995, o Ministério da Indústria e Energia desenvolveu o programa “Energia 1995-2015”<sup>13</sup>, procurando a resolução dos problemas que se colocavam à evolução do sistema energético, estabelecendo os principais objectivos estratégicos e as políticas fundamentais a desenvolver, no período de 20 anos, entre 1995 e 2015. Este programa considerava potenciais cenários apresentando uma orientação com o intuito de contribuir para uma política energética, visando a diversificação de fontes de energia, com vista à

---

<sup>8</sup> A percentagem de electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis na UE-27, era de cerca de 14% em 2007 (fonte DGEG).

<sup>9</sup> Roteiro de Energia Renovável - Resumo da Avaliação de Impacto, Documento de trabalho da Comissão, datado de 10JAN2007.

<sup>10</sup> Decreto-Lei n.º 250/86, de 25 de Agosto.

<sup>11</sup> Portaria 228/90, de 27 de Março.

<sup>12</sup> Fonte - DGEG.

<sup>13</sup> Directiva n.º 93/76/CE.



diminuição da dependência externa, eficiência e a limitação dos efeitos nocivos sobre o ambiente, resultantes da produção/utilização da energia. Este programa foi complementado com um outro, o “Programa Energia”<sup>14</sup>, que também visava a diminuição do consumo energético do país.

Em 2001, foi implementado o programa “Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos”<sup>15</sup>, que em conjunto com o programa “E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas”, lançado em 2002, visava, a promoção da eficiência energética, a valorização das energias renováveis e a conversão de consumos para gás natural. O sucesso destes programas incidu sobretudo na conversão e aquisição de equipamentos para gás natural.

Em 2005, pela Resolução do Conselho de Ministros nº169, foi definida a estratégia nacional para a energia, assente em três objectivos: (i) garantir a segurança do abastecimento de energia, (ii) estimular e favorecer a concorrência, (iii) garantir a adequação ambiental de todo o processo energético, reduzindo os impactes ambientais. Estes objectivos traduzem o compromisso em aumentar o investimento nas energias renováveis, de forma a reduzir a dependência energética exterior bem como, em aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de GEE. Decorrentes das linhas de orientação estabelecidas na Resolução anterior, as energias renováveis concorrem para a prossecução de todos os objectivos da estratégia nacional para a energia. Para a segurança do abastecimento de energias pela redução da dependência exterior, para fomentar a economia pelo incentivo à inovação e pela redução das emissões dos GEE que permitirá reduzir o impacto ambiental associado à produção de energia.

O Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) que surge em 2008, englobando vários programas e medidas, num horizonte até 2015, abrange todos os sectores de actividade. A materialização deste plano implicará a constituição de um fundo, bem como uma coordenação eficaz com o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). O PNAEE para além de fixar várias metas a atingir nos vários sectores, nomeadamente dos transportes, residencial, serviços, e indústria, fixa ainda medidas a implementar no sector Estado, medidas fiscais, incentivos e bolsas de financiamento.

Inserida na Estratégia Nacional para a Energia (ENE) – 2020, o governo, em 2010, definiu grandes linhas orientadoras para a energia, estabeleceu objectivos de reduzir a

---

<sup>14</sup> Decreto-Lei n.º 195/94, de 19 de Julho. Este programa esteve em vigor entre 1994 e 1999.

<sup>15</sup> Decreto-lei n.º 68/2002, de 25 de Março.



dependência energética externa para 74% até 2020, elevando para 31% a produção nacional de energia com origem em fontes renováveis<sup>16</sup>.

Paralelamente aos programas desenvolvidos foi legislado o regime da microgeração. A microgeração de electricidade foi inicialmente regulada em 2001<sup>17</sup> e é a actividade de produção de electricidade, a partir de fontes renováveis, dedicado a particulares, em baixa tensão, que permite a venda da energia à rede eléctrica pública. Pela baixa adesão, justificada pela falta e dificuldade de obtenção dos incentivos, foi regulada novamente em 2007<sup>18</sup>. Nesta revisão os incentivos são reflectidos directamente no valor da energia produzida<sup>19</sup>.

Mais recentemente, em 2011<sup>20</sup>, justificada pela elevada procura por parte de particulares, foi redigida nova legislação aplicável à microgeração, prevendo agora a possibilidade do sector empresarial do Estado e a Defesa serem legíveis como produtores de energia a partir de fontes renováveis. Nesta última revisão os incentivos foram reduzidos e dependem agora dos limites de produção, mantendo viáveis estes sistemas, com retornos médios do investimento realizado em 8 a 10 anos.

Em 2011<sup>21</sup>, foi regulado o regime da minigeração, actividade de produção de electricidade a partir de fontes renováveis, dedicado exclusivamente ao sector empresarial privado.

As medidas anteriores, para além de permitirem reduzir a dependência energética exterior, pela descentralização de produção, evitam as perdas de energia nas linhas de transporte.

### **(3) Orientações no seio das FFAA**

Pela investigação desenvolvida no seio das FFAA, que se apresenta no Apêndice F, mas sobretudo pela entrevista realizada ao TCOR Peixoto<sup>22</sup>, as FFAA nesta área de acção, não tendem a empregar acções concertadas para a produção de energia a partir de fontes renováveis, nem para a eficiência e uso racional de energia. O facto de não haver um Gestor de Energia nos Ramos das FFAA, ou mesmo ao nível do MDN, impede o

---

<sup>16</sup> Valor já alcançado, conforme se contacta no Apêndice C.

<sup>17</sup> Decreto -Lei n.º 312/2001, de 10 de Dezembro.

<sup>18</sup> Decreto -Lei n.º 363/2007, de 02 de Novembro.

<sup>19</sup> Válido apenas para os primeiros 8 anos.

<sup>20</sup> Decreto-Lei n.º 118-A/2010 de 25 de Outubro.

<sup>21</sup> Decreto -Lei n.º 34/2011, de 8 de Março.

<sup>22</sup> Técnico Superior da Área Funcional de Qualidade, Ambiente e Normalização (Direcção de Serviços de Qualidade, Ambiente, Normalização e Catalogação da Direcção-Geral de Armamento e Infra-Estruturas de Defesa do MDN).



estabelecimento e implementação de medidas concretas. Este vazio nas organizações já fora identificado no Trabalho de Investigação Individual (TII) do CPOS/FA, de 2006/2007, pelo CAP/TPAA João Henriques, mas desde então nada mudou.

A análise efectuada confirma a existência de algumas instalações onde se emprega equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, no entanto, foi confirmada na entrevista realizada, a inexistência de normas ou orientações concretas no âmbito da utilização de energias renováveis no seio das FFAA. Este facto é relevante e justificará o baixo investimento neste tipo de equipamentos, como também justificará o não acompanhamento da actividade nacional nesta matéria, por parte das suas FFAA.



## 2. Alimentação eléctrica de uma EC da FAP a partir de fontes renováveis

Face ao novo paradigma energético apresentado, onde a energia adopta uma importância estratégica e as fontes energéticas renováveis assumem um papel de destaque na competitividade e na segurança de aprovisionamento, será indispensável avaliar o potencial destas fontes. Para este desígnio será realizada uma avaliação da possibilidade de recorrer à instalação de equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, com vista à alimentação eléctrica dos equipamentos existentes nas EC's, tendo por base as estações existentes na FAP.

Antes de avaliar as respectivas alternativas, será importante caracterizar uma EC, quer em termos de tipologia, quer no que respeita às exigências de consumo de energia eléctrica.

### a. Caracterização de uma EC

Por EC deverá ser considerado todo o conjunto de equipamentos ou aparelhos, dispositivos e demais meios necessários à realização do processo de telecomunicação e não só a torre onde se fixará as respectivas antenas/emissores/receptores. A figura nº3 permite tipificar uma EC. É identificável um edifício de apoio e a torre metálica que suporta as antenas e demais dispositivos de emissão/recepção de radiação electromagnética.



Figura nº3 - EC da FAP

Fonte: CLAFADA/DCSI

No interior do edifício de apoio encontram-se os equipamentos rádio e demais dispositivos para as comunicações, bem como grupo gerador entre outros equipamentos.



As EC's que servirão de base ao presente estudo, serão do tipo remotas e da classe de equipamentos de microondas. Estas estações encontram-se normalmente em sítios remotos e isolados, de relevo elevado. As estações são usualmente dispostas em anel, garantido assim redundância de operação.

A figura nº4 permite identificar as EC's da FAP e da rede SICOM<sup>23</sup>. É possível identificar os anéis existentes que garantem a redundância de operação. Esta redundância justifica-se de modo a evitar e colmatar possíveis falhas de comunicações, sendo este um requisito operacional vital e único, identificado na entrevista realizada ao COR Afonso<sup>24</sup>.

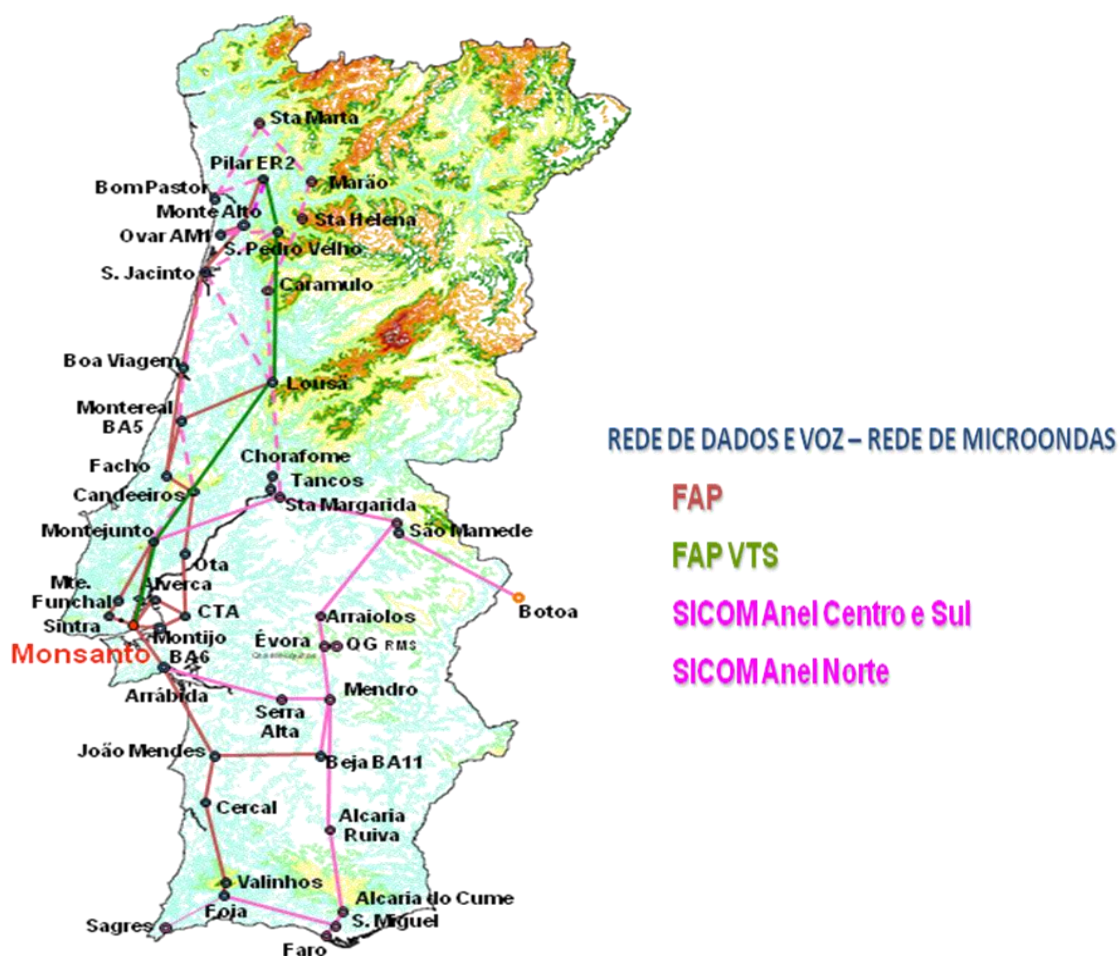


Figura nº4 - Mapa de Portugal Continental com a localização das EC's da FAP e rede SICOM.

Fonte: CLAF/DCSI

Em Portugal, para além das EC's com fins militares, existe um conjunto de instalações para as comunicações civis, nomeadamente as operadas pelas empresas de comunicações OPTIMUS, TMN e VODAFONE, entre outras de menor expressão

<sup>23</sup> SICOM – Sistema de Comunicações Militares.

<sup>24</sup> Engenheiro Electrotécnico, gestor da rede SICOM (Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação do MDN).



nacional. No âmbito do presente trabalho foi possível realizar entrevistas a responsáveis pelas áreas de Energia das operadoras de comunicações OPTIMUS e VODAFONE.

Nas entrevistas realizadas foi possível identificar semelhanças e diferenças existentes entre EC's civis e militares. Se em termos operacionais e de equipamentos as semelhanças são muitas, a grande diferença será em termos físicos. Uma EC civil está usualmente delimitada pelo edifício que alberga os equipamentos, normalmente ocupando uma área de 10 m<sup>2</sup>, alugada ao proprietário do terreno, ao passo que uma EC militar, para além do edifício de apoio, possui usualmente um espaço envolvente<sup>25</sup> que não é inferior a 100 m<sup>2</sup>.

### **b. Caracterização de consumos de energia numa EC**

A determinação do consumo médio de electricidade mostra-se uma tarefa complexa. Há consumos constantes, relacionados com os equipamentos rádio e consumos variáveis, associados quer ao tráfego de comunicações da EC, quer ao equipamento de ar condicionado que garante as condições de temperatura e humidade dentro dos intervalos adequados aos equipamentos de electrónica. Para o presente estudo, considerou-se a componente variável associada ao tráfego de comunicações desprezáveis face aos demais.

De acordo com dados obtidos no Centro de Manutenção Electrónica (CME)<sup>26</sup>, após entrevista ao MAJ Bonito, foi identificado como consumo médio de electricidade o valor de 1500 kWh/mês por estação, considerando como base de suporte dados recolhidos na estação de João Mendes, no Alentejo.

Este valor é aceitável para o desenvolvimento do estudo, tendo por base a experiência do autor, mas numa perspectiva de continuidade deste trabalho, será necessário efectuar registos de consumos, de modo a conferir maior exactidão.

O valor obtido pelas entrevistas realizadas no CME, VODAFONE e OPTIMUS, confirmam a existência de um consumo de energia eléctrica semelhante nas EC's operadas por estas entidades, deste modo, tornar-se-á válida uma comparação entre estas.

A potência instalada na Estação de Comunicações de João Mendes é de cerca de 800W à qual deverá ser adicionada a unidade de ar condicionado de cerca de 2500W. Deste modo, os sistemas de conversão de energia, a partir de fontes renováveis a analisar,

---

<sup>25</sup> Justificado por requisitos de segurança. O valor indicado corresponde ao valor da ET de João Mendes, não havendo ET com menos espaço envolvente (fonte CLAFADA/DI).

<sup>26</sup> Sito no Comando Aéreo (CA), em Monsanto, mas dependente organicamente da Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) do Comando da Logística (CLAFADA). Órgão responsável pela manutenção às antenas de comunicações na FAP.



deverão satisfazer a soma das potências anteriores, que totaliza 3300W. A ligação eléctrica existente, prestada pela rede pública, ficará contudo em *back up* às fontes de energia renováveis.

### **c. Análise técnica de soluções disponíveis no mercado**

*“Instalações e sistemas essenciais ao cumprimento das missões, como sejam os de comando e controlo, comunicações, informática, cuidados de saúde e “linha da frente”, não deverão, por princípio, ser alimentadas a partir das FER<sup>27</sup>, salvo se tiverem associado um circuito alternativo de fornecimento energético de forma a garantir a continuidade de serviço nos momentos de insuficiente energia de origem renovável”* (Lopes, C. 2009:35). A intenção de instalação dos equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, pressupõe, no âmbito do presente trabalho de investigação, que tenham sempre uma alternativa de alimentação, nomeadamente o serviço prestado pela rede pública, não acarretando riscos operacionais pois, face à falha das fontes renováveis haverá a disponibilidade da alimentação da rede, para além do sistema de emergência suportado por geradores.

Tendo por base as fontes de energias renováveis apresentadas no Apêndice D, que representam as soluções mais exploradas no mercado<sup>28</sup>, ponderando a potência em causa, o enquadramento geográfico e dimensão das EC's, bem como as condições climatéricas do país, identificam-se como fontes de energia renovável potenciais para o desenvolvimento do presente trabalho, a energia solar e energia eólica.

Existem outras formas de energia renovável, conforme se encontra indicado no Apêndice D, no entanto, para a aplicação em causa não se consideram tecnicamente adequadas. Explorando as fontes energéticas apresentadas no apêndice referido, conclui-se que a energia hídrica não será viável pela localização geográfica das EC's, onde não existe disponibilidade de recurso hídrico para aproveitamento da energia potencial da água. O aproveitamento da energia pela biomassa/biogás implicará o transporte das matérias até ao local, obrigaria deste modo, a alocar recursos humanos nesse transporte e pelo facto de se tratar de locais remotos tornar-se-ia esse processo complexo, factos que permitem concluir pela inviabilidade técnica desta vertente.

O território português possui, conforme consta na figura nº5, uma boa exposição solar, permitindo confirmar que os painéis solares apresentam viabilidade técnica. A área

---

<sup>27</sup> FER – Fontes de Energia Renovável.

<sup>28</sup> Fontes com origem nas energias renováveis, que mais contribuem para o espectro de consumos de energia eléctrica no panorama nacional.



necessária para a instalação dos painéis fotovoltaicos não será limitativo e não foram identificados aspectos técnicos inibidores da viabilidade desta opção.

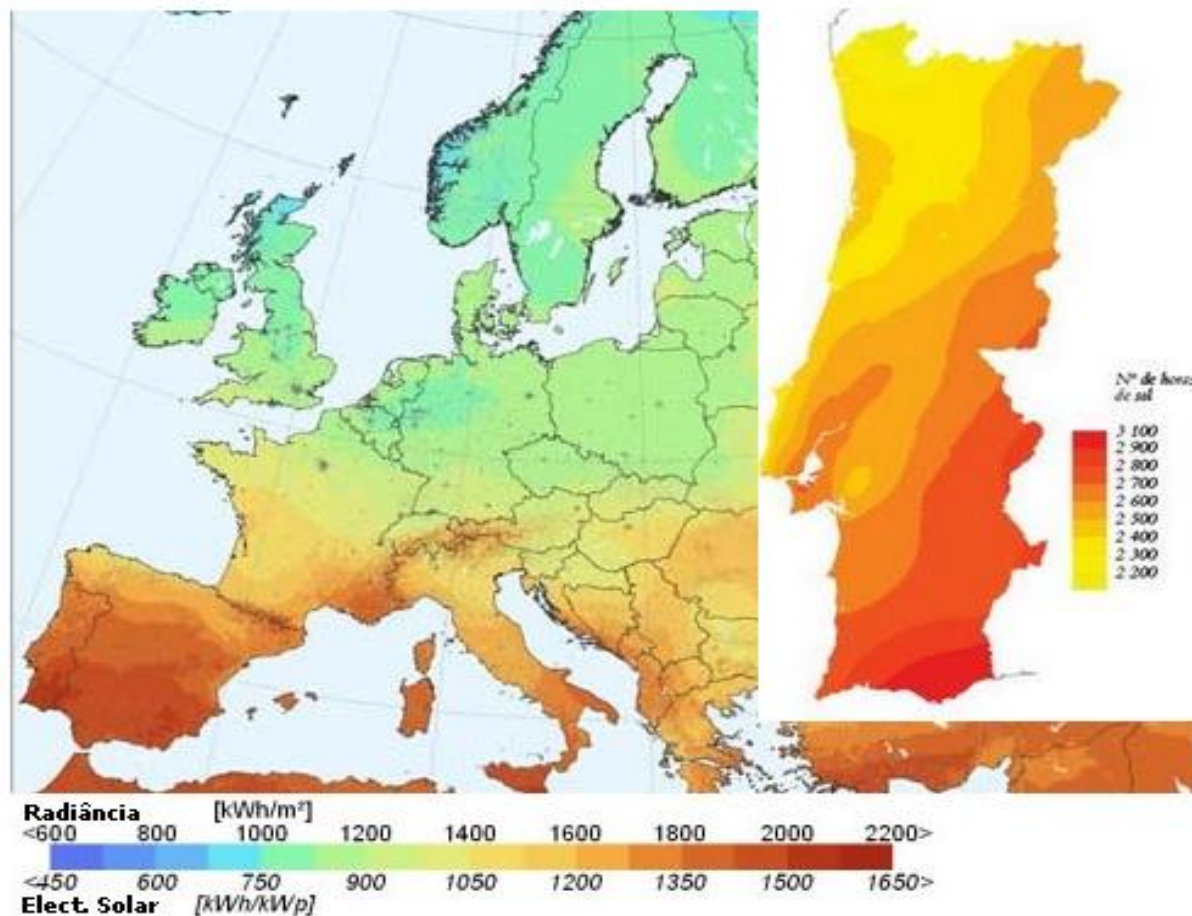


Figura nº5 - Dados de insolarização.

Fonte: *European Communities, 2006 -Joint Research Center*

No que respeita ao aproveitamento da energia eólica há que considerar que os ventos na generalidade apresentam regimes oscilantes, no entanto, pela figura nº6, na página seguinte, que ilustra as horas de produção dos aerogeradores instalados em Portugal, mostra que apesar dos regimes oscilantes desta fonte energética ela está presente e aproveitável em muitas horas, ao longo do ano e praticamente em todo o país, o que o torna tecnicamente viável. Outros aspectos técnicos a considerar com este tipo de energia estariam relacionados com a necessidade de colocar o aerogerador em zona de não conflito com a propagação das ondas electromagnéticas<sup>29</sup>, bem como o reforço da estrutura da antena, caso seja para fixar nesta, de modo a suportar as vibrações do equipamento de conversão, mas não se identifica a inviabilidade desta opção.

<sup>29</sup> O movimento das pás dos aerogeradores pode reflectir ondas electromagnéticas, causando interferências na transmissão de sinais, deste modo o aerogerador deverá ficar fora do eixo de propagação das ondas electromagnéticas da ET.



Quando comparadas as fontes energéticas, haverá necessidade de salientar que a energia eólica apresenta mais cuidados de operação e manutenção<sup>30</sup>, pelos componentes rotativos que possui, o que para estações remotas será desvantajoso, na medida que poderá obrigar a mais deslocações de técnicos. Por outro lado, a energia solar implicará a reserva de maior área para instalação de equipamento e dado que possui menor rendimento, haverá necessidade de instalar maior potência para garantir que, mesmo em períodos de menor produção, esta seja suficiente para alimentar a carga.

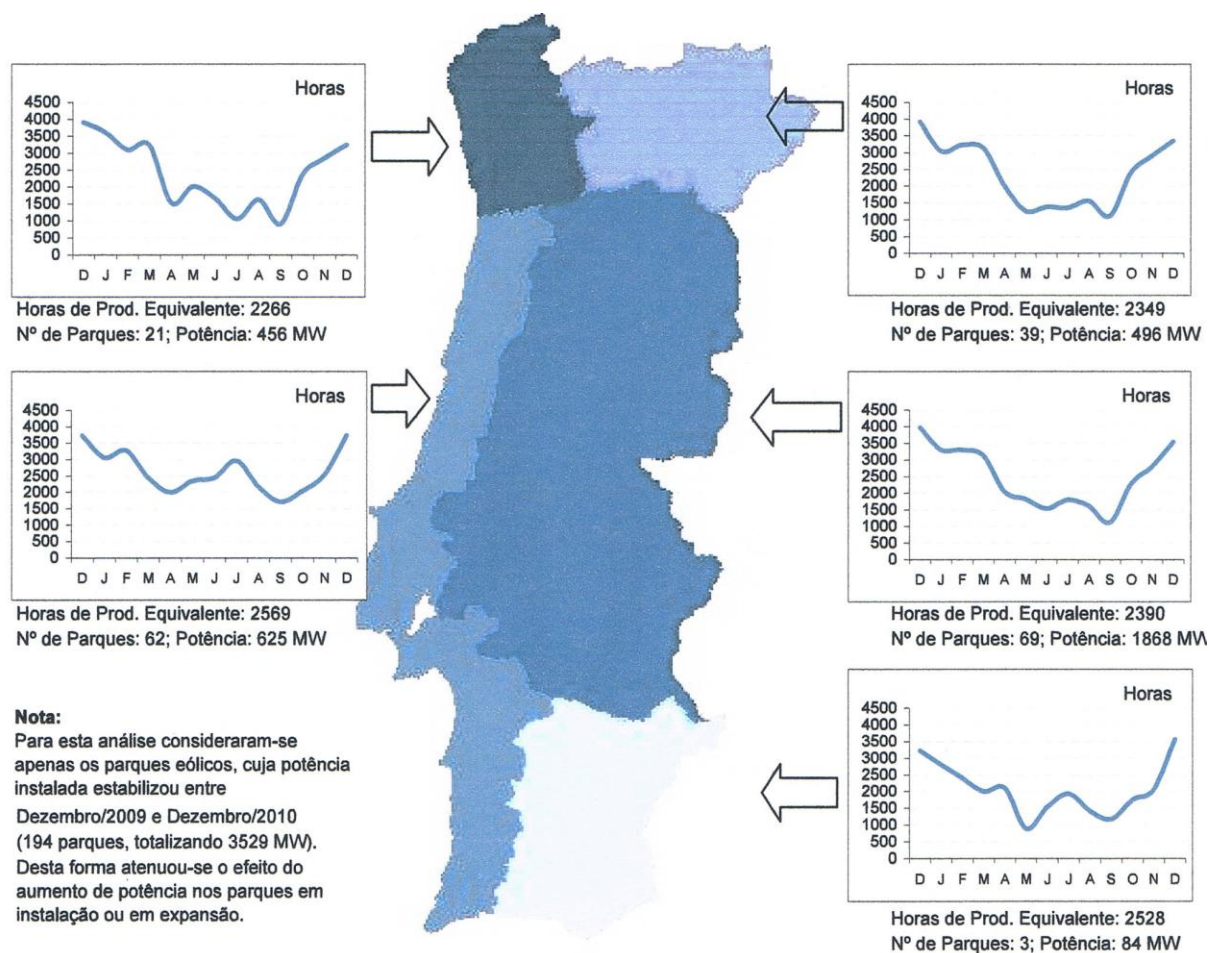


Figura nº6 - Distribuição das horas de produção dos parques eólicos em Portugal de Dez. de 2009 a Dez. 2010

Fonte: DGEG

Tecnicamente será também viável uma solução que combine o aproveitamento dos dois tipos de energia. Uma solução híbrida permitirá o aproveitamento do vento e do sol, diminuindo a probabilidade de falha da fonte energética.

<sup>30</sup> Para a solução dos painéis solares e face aos contactos estabelecidos com instaladores, foi possível identificar que o único custo de operação e manutenção é a limpeza periódica.



Apesar das vantagens e desvantagens apresentadas, o presente estudo incidirá sobre estas duas opções, visto que ambas, de forma isolada ou constituindo uma solução híbrida, possuirão viabilidade técnica para dar resposta às necessidades energéticas das EC's.

Será importante validar as possibilidades técnicas assumidas anteriormente com soluções que o mercado tem para oferecer, de modo a fazer face à carga definida anteriormente. Deste modo ter-se-á:

### Opção 1 - Energia Solar Fotovoltaica

Antes de efectuar o dimensionamento e avaliar a viabilidade técnica será importante identificar os diferentes elementos do sistema apresentados na figura nº7 e como se fará a integração na EC.



Figura nº7 - Esquema de princípio – Opção Energia Solar.

O sistema a avaliar, conforme patente na figura anterior, será composto por painéis solares fotovoltaicos que produzirão energia para alimentar a carga mas, também estará ligada a módulos de baterias. As baterias serão carregadas quando a produção de energia for superior ao consumo e alimentarão as cargas, quando por sua vez a produção é inferior ao consumo. As baterias permitem garantir uma autonomia do sistema, no entanto, o seu período de vida poderá ser uma menor valia para o conjunto. Uma outra desvantagem dos módulos de baterias é o seu elevado custo.

Do ponto de vista do dimensionamento do sistema de produção de energia, assume-se uma potência instalada próxima do dobro das necessidades, justificado pelo baixo rendimento dos painéis, para garantir que a carga eléctrica será alimentada em pleno ao



longo do período diário do sol<sup>31</sup>. Para estas premissas serão necessários cerca de 28 painéis<sup>32</sup>, perfazendo um total de 6,5kW<sup>33</sup>. O sistema a instalar dependerá do tipo de painel a utilizar, tendo sido opção pelo equipamento policristalino, que comercialmente são mais baratos.

### Opção 2 - Energia Eólica

O sistema é muito semelhante à opção anterior, mas agora o equipamento de conversão será um aerogerador, conforme esquematizado na figura nº8:

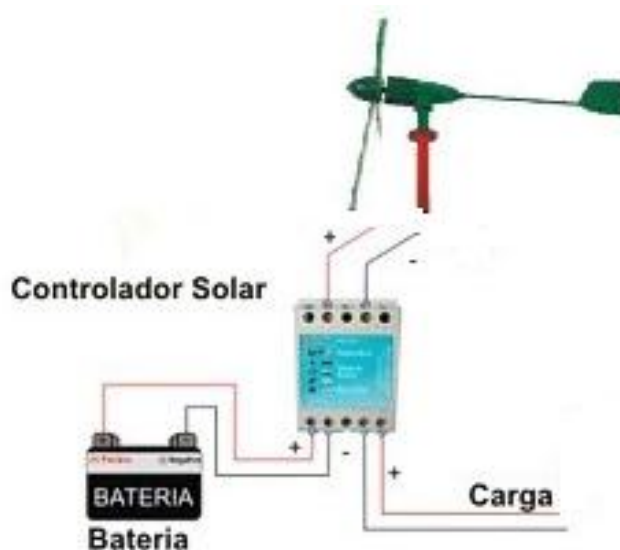


Figura nº8 - Esquema de princípio – Opção Energia Eólica.

A solução, com base em aerogerador de 6kW, representa o usualmente utilizado pela VODAFONE e OPTIMUS. Salienta-se contudo que a escolha do aerogerador deverá respeitar a análise do regime de ventos no local da instalação e a sua integração com a curva de potência do equipamento, dados que não estão disponíveis e que se recomendará a recolha para uma avaliação mais rigorosa desta opção.

### Opção 3 – Solução Híbrida

O sistema é uma conjugação das anteriores, conciliando os equipamentos de conversão, conforme esquematizado na figura nº9, da página seguinte:

<sup>31</sup> Premissas validadas junto das firmas instaladoras APSEN e CGREEN.

<sup>32</sup> Corresponderá uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, não sendo facto impeditivo para as ET's da FAP.

<sup>33</sup> Solução validada pelas empresas APSEN e CGREEN.

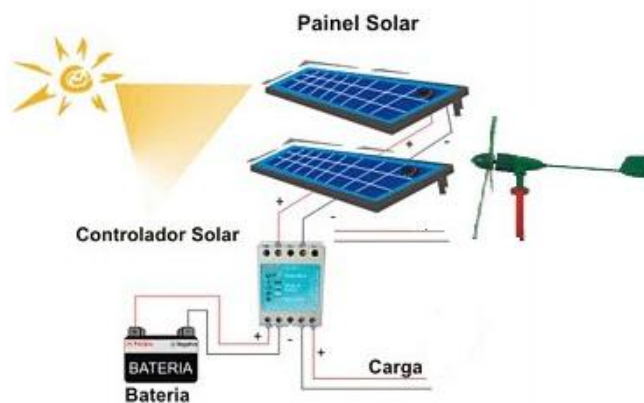


Figura nº9 - Esquema de princípio – Opção Híbrida.

A avaliação realizada, de forma simples, em que se procurou equipamentos no mercado, passíveis de alimentar as cargas eléctricas instaladas, mostram a validade técnica das soluções, quer pelo emprego de painéis fotovoltaicos, quer pelo emprego de aerogeradores, ou mesmo com a conciliação numa solução híbrida. Para além da validade demonstrada pela existência de equipamentos no mercado, as informações recolhidas nas entrevistas realizadas mostram que as operadoras de comunicações OPTIMUS e VODAFONE, apresentam já situações reais de aplicação das soluções apresentadas anteriormente.

A figura nº10 permite identificar uma das soluções implementada na VODAFONE, com vista a alimentar em pleno a EC.



Figura nº10 - Antena de comunicação da VODAFONE.

Fonte: VODAFONE



De acordo com o registado nas entrevistas realizadas, os equipamentos de conversão de energia renovável ainda não darão as garantias suficientes, sobretudo pela intermitência da fonte de energia e pela vulnerabilidade/limitação dos órgãos de armazenamento que são as baterias, o que poderá colocar problemas operacionais ao sistema. Para o presente caso, como se terá alternativas de alimentação que eliminam os riscos operacionais, nomeadamente a rede pública de abastecimento, este factor não será limitativo para validar em pleno a hipótese **H1**. Comprova-se deste modo a existência de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, disponíveis comercialmente, susceptíveis de implementação em EC's.

#### **d. Análise económica**

A análise efectuada anteriormente considerou três possíveis opções, assentes nas energias solar e eólica. Pretende-se agora avaliar a sua viabilidade económica, para a qual foram assumidos, para o caso do emprego de painéis solares fotovoltaicos, propostas de fornecimento e instalações junto das empresas privadas APSEN e CGREEN<sup>34</sup>. Para a opção com base em aerogerador de 6kW, foi considerado um custo apresentado pela VODAFONE. Ambas as propostas obtidas poderão contudo não corresponder às propostas mais económicas que o mercado tenha para oferecer.

O Apêndice E ao presente trabalho apresenta um conjunto de tabelas, para cada opção de onde se poderá extrair uma análise aos custos.

A análise de custos efectuada conduz a uma reavaliação técnica do módulo de baterias, justificado sobretudo pelo elevado investimento. A sua eliminação não implicará riscos operacionais dado que os patamares de segurança para a operacionalidade das EC's são alcançados pela presença da rede pública, que estará presente em alternativa às fontes renováveis, bem como, pelos grupos geradores de emergência, que funcionaram em *back up*. Com esta posição, os esquemas de princípio das figuras nº7, nº8 e nº9 ficam reduzidos, eliminando os módulos de baterias previstos.

A tabela nº1, na página seguinte, pretende resumir a análise efectuada, onde apenas foi considerada a melhor proposta obtida após consulta das empresas privadas referenciadas:

---

<sup>34</sup> A aferição dos valores carece de uma avaliação local para identificar as dificuldades de instalação, no entanto, os valores obtidos consideram-se válidos, face ao facto do erro a introduzir ser baixo quando comparado com o valor global.



Tabela Nº1 – Análise económica

Premissas:

Carga a alimentar: 3300W

Utilização prevista: se 24h/dia , 365 dias -> Produção diária estimada: 79,2 kWh

Utilização prevista: se 10h/dia , 365 dias -> Produção diária estimada: 33,0 kWh

Perdas nos cabos e equipamentos: desprezáveis

Custos de operação e manutenção: para simplificar a análise foram considerados desprezáveis

Tarifa média da electricidade: 0,12 €/ kWh (IVA não Incluído))

Identificação Opção	Valor investimento [€] (sem IVA)	Poupança anual na facturação de electricidade [€]	Período de retorno investimento [anos]
Opção 1 - Energia solar com baterias	72.000,00 €	3.468,96 €	21
Opção 1 - Energia solar sem baterias	50.400,00 €	1.445,40 €	35
Opção 2 - Energia eólica com baterias	44.600,00 €	3.468,96 €	13
<b>Opção 2 - Energia eólica sem baterias</b>	<b>23.000,00 €</b>	<b>3.468,96 €</b>	<b>7</b>
Opção 3 - Sistema Híbrido com baterias	95.000,00 €	3.468,96 €	27
Opção 3 - Sistema Híbrido sem baterias	73.400,00 €	3.460,20 €	21

O retorno do investimento estará associado à poupança de energia realizada, pelo facto de não se consumir da rede pública. Os custos de operação e manutenção dos equipamentos foram considerados desprezáveis, face aos montantes de investimentos mas nomeadamente exposição a condições climáticas adversas.

A opção pelo aerogerador, sem baterias, apresenta o período de retorno menor. À excepção desta opção, os períodos de retorno de investimento apresentam-se elevados, sendo em alguns casos superiores ao tempo de vida útil das instalações<sup>35</sup>. A tabela nº1 permite validar que apenas esta opção se apresenta economicamente viável. Esta análise justifica também as tomadas de posição na VODAFONE e OPTIMUS, com a aposta na energia eólica em vez da solar.

Com esta análise eliminou-se o módulo de baterias nas opções validadas tecnicamente e dentro destas, apenas a opção eólica será legitimada como economicamente viável por apresentar um período de retorno do investimento inferior ao tempo de vida estimado para o equipamento. Estes factos justificam a hipótese **H2**, para a opção da energia eólica, sem baterias, que representa o emprego de aerogerador.

Há contudo a necessidade de considerar que para a análise foi considerado o preço actual da energia eléctrica. Dada a conjuntura internacional e indexação desta tarifa ao preço do petróleo é expectável que este preço aumente e neste sentido conduzirá a um

<sup>35</sup> Segundo os fabricantes será de 20 anos.



encurtamento do período de retorno de investimento<sup>36</sup>. Esta situação poderá mesmo conduzir à validação das opções excluídas anteriormente. Perante estes factos assume-se que a hipótese **H2** é validada apenas parcialmente, pois a análise económica efectuada segrega soluções, tecnicamente viáveis, perante premissas com carácter de menor precisão.

#### **e. Contribuição da solução para a mitigação dos gases efeito de estufa**

Em Portugal, de acordo com dados já divulgados, o peso das energias renováveis para o espectro do consumo de energia eléctrica tem aumentado, manifestando uma acção no sentido de diminuir a dependência energética dos combustíveis fósseis, no entanto, também será importante dar ênfase ao contributo que esta acção repercute na contribuição para o desenvolvimento sustentado, evitando a libertação de GEE associados à produção de energia eléctrica com base nos combustíveis fósseis.

De acordo com dados facultados pela DGEG, por cada kWh não consumido da rede pública, em troca da conversão de energia a partir de fontes renováveis, evita-se a libertação de cerca de 0,191 ton.CO<sub>2</sub>. De acordo com esse valor, utilizando a EC tipificada, na melhor situação, isto é, poupando a totalidade da energia consumida da rede pública<sup>37</sup>, evitar-se-ia cerca de 15,13 ton.CO<sub>2</sub>/dia, algo semelhante a percorrer aproximadamente 100.000 km com um carro a gasolina<sup>38</sup>.

Por outro lado e utilizando um termo de comparação mais próximo da actividade desenvolvida pela FAP, segundo dados disponibilizados pela TAP, a combustão de 1 kg de combustível de aeronave no motor de um avião produz 3,15 kg de CO<sub>2</sub><sup>39</sup>, permitindo deste modo validar que a opção de utilizar fontes renováveis, como alimentação alternativa nas EC's, corresponderá a evitar uma libertação de CO<sub>2</sub> próxima a 4.800kg de combustível de aeronave por dia.

Estas comparações permitem, acima de tudo, validar a hipótese de que a utilização de fontes energéticas, com origem em energias renováveis, permitem contribuir para uma menor pegada ecológica da organização FAP.

O emprego de equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes de energia renováveis, terá assim um impacto ambiental positivo, permitindo evitar a libertação de GEE, pelo facto de não se consumir energia da rede pública, que apesar de possuir um peso

<sup>36</sup> Um aumento de 10% na tarifa da electricidade, conduzirá a uma diminuição de 1 ano no período de retorno de investimento para qualquer das opções.

<sup>37</sup> Corresponde a 79,2 kWh.

<sup>38</sup> Considerando que um carro a gasolina libertará valores da ordem dos 130g de CO<sub>2</sub> por Km (fonte DGEG).

<sup>39</sup> O volume libertado por voo está dependente de vários factores (distância percorrida, carga e condições atmosféricas).



de energias renováveis tem ainda por base combustíveis fósseis. Deste modo, a hipótese **H3** será validada.

#### **f. Análise de operacionalidade ao sistema**

A utilização das fontes de energia renovável nas infra-estruturas militares deverá ser prevista de modo a não provocar qualquer limitação operacional das instalações.

As EC's possuem uma distribuição física em anel que garante redundância por questões operacionais. Mesmo no que respeita à alimentação eléctrica existe a preocupação de equipar as EC's com sistema de abastecimento em emergência, tais como grupos geradores para colmatar falhas da rede pública. Existem portanto requisitos técnicos que deverão ser salvaguardados para a operacionalidade do sistema de comunicações.

A opção de integrar equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis nas EC's, de acordo com o definido no tema do trabalho, não terá riscos operacionais, dado que a rede pública garantirá presença em alternativa às referidas fontes renováveis, para além dos já referidos grupos geradores. Face a esta filosofia, tecnicamente não se vislumbram riscos operacionais, com a integração de energias renováveis.

Há contudo um risco acrescido no que respeita a actos de vandalismo. A instalação dos equipamentos de conversão tornará as EC's mais "apetecíveis" aos prevaricadores. Tratando-se de instalações remotas, sem vigilância, facilita estas acções de vandalização. Este facto foi um dos pontos focados, com ênfase, nas entrevistas realizadas na OPTIMUS e VODAFONE, quando se analisava as vulnerabilidades das soluções.

O facto de se diversificar as fontes de alimentação eléctrica permite diminuir a probabilidade de falhas na alimentação, e este será um dos grandes potenciais desta solução. A rede pública apresenta qualidade de serviço na sua generalidade boa, no entanto, dado que as EC's ficam em zonas remotas e são muitas das vezes alimentadas por linhas extensas, estão sujeitas, essencialmente nos períodos de más condições atmosféricas, a problemas de nível de tensão ou mesmo de interrupções de alimentação. Estas falhas poderão porventura ser eliminadas/mitigadas pela presença dos equipamentos de conversão de energia renovável.

Considerando haver benefícios operacionais, associados à menor probabilidade de falhas na alimentação eléctrica das EC's, pela instalação dos equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, considera-se, deste modo, confirmada a hipótese **H4**, bem como se encontra exposta a resposta à questão derivada associada.



### g. Análise de resultados

De modo a sintetizar o tema abordado neste capítulo, optou-se por dispor as principais considerações de acordo com uma análise SWOT. Neste sentido identificaram-se as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, face à aplicação de equipamentos de conversão de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis, para servir de alternativa ao actual sistema de alimentação, prestado pela rede pública, às Estações de Comunicações (EC's) da FAP, permitindo uma avaliação mais contemplativa em detrimento das avaliações técnicas e económicas. Deste modo ter-se-á:

Tabela nº2 – Análise SWOT

Forças (Pontos Fortes)	Fraquezas (Pontos Fracos)
- As energias renováveis são limpas, puras e ilimitadas;	- Tecnologias ainda em desenvolvimento (rendimentos de conversão baixos);
- Potencial elevado em energias renováveis (boa exposição solar e ventos favoráveis);	- Investimento significativo (face às presentes limitações) e não contribui directamente para a missão da Organização;
- Viabilidade técnica;	
- Viabilidade económica (apesar da incerteza quanto ao regime de ventos);	- Necessidade de se prever custos de manutenção em futuros orçamentos (presentemente inexistentes com a rede pública);
- Impacto ambiental positivo (GEE evitados com a implementação da solução) e pela percepção crescente do impacto ambiental negativo da utilização das energias fósseis;	
- Imagem pública da Organização (sensibilidade da opinião pública);	- Falta de cultura energético-ambiental na Organização;
- Redução futura na factura de electricidade;	
Oportunidades	Ameaças
- Conjuntura internacional que penaliza os preços das energias primárias;	- Imprevisibilidade das fontes de energia renovável, nomeadamente dos regimes oscilantes dos ventos;
- Viabilidade económica;	- Risco de insucesso, pela falta de experiência na Organização, para estas tecnologias;
- Criação de valências para domínio da tecnologia pelos técnicos da Organização;	- Riscos de vandalismo;

Numa clara resposta à questão central desta investigação e pela análise anteriormente efectuada, é possível identificar benefícios para a FAP pela instalação dos equipamentos de conversão de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis. Estes benefícios serão sobretudo económicos, operacionais e ambientais.

Os benefícios económicos, tendo em conta a opção pela energia eólica, resultam do período de retorno do investimento curto, quando comparado com o tempo de vida dos equipamentos e pela poupança na factura energética.



No que respeita aos benefícios operacionais estes resultam de uma maior diversificação das fontes energéticas, que garantem a alimentação eléctrica do sistema de comunicações existente nas EC's, permitindo deste modo diminuir as probabilidades de falha de alimentação a estes equipamentos.

Pelos GEE associados à produção de energia eléctrica da rede pública que se evitará, pelo facto do consumo eléctrico passar a ter origem em fonte renovável, a FAP diminuirá o impacto ambiental da sua actividade. Este benefício poderá ser um elemento de promoção de imagem da Organização, que a integra no actual panorama energético, onde as energias renováveis assumem destaque.



## **Conclusões e recomendações**

O sector energético nacional assenta essencialmente na utilização de energia produzida a partir de combustíveis fósseis, deste modo, Portugal não dispendo de reservas naturais dessas fontes energéticas primárias, apresenta-se como um país com uma elevada dependência energética do exterior.

Para além disso, a utilização de energia produzida a partir de combustíveis fósseis acarreta o problema das emissões de GEE. A ratificação do Protocolo de Quioto e a condição de Estado-Membro da UE, associadas ao novo paradigma da situação energética mundial, potenciam a assumpção de uma nova estratégia nacional para a energia, que consagra objectivos e linhas orientadoras a seguir no domínio energético português.

No domínio da energia eléctrica, as energias renováveis apresentam-se presentemente como uma solução para os problemas anteriormente identificados. Efectivamente as energias renováveis renovam-se continuamente na natureza, ou seja, são inesgotáveis. Por outro lado, a distribuição das energias renováveis pelas regiões do planeta é mais ou menos uniforme, dependendo naturalmente do tipo de energia renovável, o que permite diminuir o grau de dependência externa dos países.

Portugal tem assumido investimentos consideráveis e riscos nesta área de actividade, sobretudo justificados pela posição geográfica privilegiada que lhe concede uma elevada exposição solar média anual e ventos atlânticos favoráveis, factos que lhe conferem a possibilidade de aproveitar o potencial energético destas fontes energéticas renováveis. Para além destas fontes energéticas há a salientar, dentro do quadro das energias renováveis, a importância para o cumprimento do espectro de consumos de electricidade, a energia hídrica e em menor expressão a energia da biomassa/biogás.

A reflexão sobre as características das energias renováveis e as condições climáticas e geográficas do país, permitiram deduzir as linhas de orientação constantes na estratégia nacional para a energia, decorrente do quadro legal implementado. O quadro legal tem acompanhado a procura, nesta matéria das energias renováveis, permitindo desenvolver e promover a utilização racional da energia com vista à protecção do ambiente, no sentido de minimizar o impacte ambiental, a preservação do meio ambiente e a dependência externa do país face às fontes de energia primárias. Consciente das suas potencialidades no que respeita às energias renováveis, o país assumiu um compromisso perante as demais nações da UE, contribuindo no esforço colectivo para a diminuição dos GEE.



A energia eléctrica é perspectivada numa óptica estratégica para as nações. A diversificação de fontes de energia permite diminuir as pressões que as implicações geopolíticas acarretam perante dependências energéticas. Esta constatação e o problema das alterações climáticas justificam a preocupação contínua no incitamento às energias renováveis.

Para o caso em estudo, iniciou-se a investigação pela avaliação técnica quanto à existência no mercado de equipamentos capazes de alimentar electricamente a carga das EC's, permitindo viabilizar tecnicamente apenas fontes de energia solar e eólica, justificado pelo tipo de instalação a alimentar e sua localização. Foram inclusivamente apresentados casos reais de sucesso existentes no nosso país, nomeadamente em instalações similares às que se pretende alimentar, propriedade das empresas privadas operadores de comunicações VODAFONE e OPTIMUS. Pela análise realizada e pela observação recolhida nas entrevistas realizadas, reforçou-se a viabilidade técnica de ambas as opções, a energia solar e eólica, sendo a opção eólica a mais utilizada, apesar da sua dependência ao regime de ventos. Esta constatação justifica-se sobretudo pela menor área de espaço necessária para a implantação dos equipamentos. No que respeita à energia solar todos os registos identificam o país como um território com boa exposição solar, sendo menor o risco associado a esta tecnologia, pela menor oscilação da fonte energética. Esta análise permitiu validar a hipótese quanto à existência no mercado, de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, susceptíveis de implementação em EC's.

Economicamente, foi possível constatar que a opção pela energia eólica apresenta um menor investimento, quando comparada com a energia solar. A análise efectuada ao período de retorno do investimento, quando comparado com o tempo de vida útil estimado para o equipamento, permite concluir que a opção pela energia eólica, sem baterias, é a que apresenta um período mais curto. Esta análise económica foi fundamentada tendo por base o custo actual da energia eléctrica, valor que face à indexação ao preço do petróleo poderá ser alvo de correcções e desse modo alterar as conclusões obtidas. Face ao actual paradigma energético e às conjunturas económicas, será expectável um aumento do preço do petróleo e desse modo a evolução poderá ser no sentido de tornar mais rentáveis as fontes de energias renováveis. A análise, nesta perspectiva económica, permitiu validar a hipótese quanto à viabilidade de implementação de pelo menos um dos tipos de equipamento de conversão, no caso concreto na vertente da energia eólica, ponderando os



custos com o investimento, operação e manutenção, sendo que para estes dois últimos o valor não foi considerado, por serem desprezáveis face ao investimento a realizar.

Foi também demonstrado no presente trabalho de investigação, que a implementação de equipamentos de conversão de energia a partir de fontes renováveis, pelo facto de permitirem uma redução do consumo da energia eléctrica da rede pública, permitirá evitar a libertação de cerca de 15,13 ton.CO<sub>2</sub>/dia, caso se consiga alimentar a totalidade diária da carga eléctrica consumida. Este valor, correspondente a 4.800kg de combustível de aeronave por dia, permitirá diminuir o impacto ambiental da Organização no desempenho da sua actividade. Nesta perspectiva, a análise permite validar a hipótese quanto à identificação dos benefícios ambientais que decorrem da instalação destes equipamentos de conversão de energia.

O emprego dos equipamentos de conversão mostram potencialidades por diminuir a probabilidade de falhas de abastecimento de energia, no entanto, salienta-se a necessidade da presença da rede pública e/ou grupos gerador para garantir uma utilização mais segura e fiável, dada a característica probabilística das fontes de energia. Há contudo a salientar a vulnerabilidade do sistema face a actos de vandalismo, pelo facto das EC's ficarem usualmente em zonas remotas sem vigilância e os equipamentos de conversão poderem ser um elemento motivador para os prevaricadores.

A diversificação das fontes de alimentação eléctrica permite diminuir as probabilidades de falhas na alimentação, e este será um dos grandes potenciais para a decisão de optar pelas energias renováveis. Para o cumprimento da missão da FAP, não foram identificados riscos operacionais pela instalação dos equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis. Estas observações permitem validar a última hipótese desenvolvida por esta investigação, no que concerne à identificação dos benefícios operacionais que decorrem da menor probabilidade de falhas na alimentação eléctrica às EC's, pela alternativa que se prevê com a instalação destes equipamentos de conversão de energia.

Retomando e transcrevendo a pergunta de partida do presente trabalho de investigação:

**Que benefícios poderá a FAP contrair pela aplicação de equipamentos de conversão de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis, nas suas EC's?**



Como resposta, de forma clara e objectiva, face aos resultados obtidos pela presente investigação, que se pretendeu resumir nos últimos parágrafos, apraz concluir este trabalho na convicção que a alimentação eléctrica às EC's da FAP, poderá ser assegurada por equipamentos de conversão de energia eléctrica a partir de fontes renováveis, nomeadamente pela instalação de aerogeradores, de modo a permitir a conversão da energia cinética do vento em electricidade, em segurança e sem riscos para a operacionalidade do sistema de comunicações. Os benefícios que a FAP poderá atender à instalação dos referidos equipamentos serão económicos, operacionais e ambientais, poupando na factura energética, permitindo diversificar nas fontes energéticas que lhe diminuirá a probabilidade de falha na alimentação eléctrica às EC's e permitirá desenvolver a actividade com menor impacto ambiental.

A energia eólica permite, pela investigação realizada, garantir viabilidade económica, com um retorno de investimento de 7 anos, facultando uma descentralização e independência face às centrais produtoras de energia da rede pública, contribuindo para a mitigação do impacto ambiental associado à actividade da FAP. Serão estes os principais benefícios com a implementação dos equipamentos de conversão de energia, a partir de fontes renováveis, não descurando a estratégia de promoção de imagem, mas também a estratégia nacional, que nesta matéria assenta num crescimento do investimento, de modo a diminuir as dependências energéticas do país.

Fica demonstrado com este trabalho que as FFAA poderão assumir um papel de relevo no que respeita às energias renováveis, nomeadamente a FAP, nas suas EC's, sem correr riscos económicos e operacionais para o cumprimento da missão. Por outro lado e em complemento à conclusão, salienta-se que as instalações da Defesa pela sua dimensão e consumos de energia, deverão ser perspectivadas como instalações geradoras de potencial de desenvolvimento e de exemplo, nomeadamente no que respeita ao ambiente.

Apesar da conclusão favorável às energias renováveis, para o caso em estudo, há contudo, após a investigação realizada, a necessidade de reportar a urgência de uniformizar e coordenar esforços para uma acção concertada dentro das FFAA, nesta matéria que se encontra em ampla expansão a nível nacional e internacional. Não se deverá omitir nesta breve análise o peso significativo que as unidades militares representam nos consumos nacionais e por este facto, julga-se importante o delinear de uma estratégia uniforme para as FFAA.

Assim, decorrentes das conclusões deste trabalho de investigação, recomendam-se as seguintes acções:



Ao MDN:

- a definição de uma política conjunta para as FFAA, com vista à elaboração de estudos de análise para a regulação e normalização, no que respeita à utilização das energias renováveis, no sector da Defesa. Recomenda-se neste âmbito a análise da possibilidade de estabelecer quotas de contribuição por estas energias;

- a implementação de elementos gestores de energia, ou mesmo auditores com vista à realização de auditorias, que permitirão a recolha de dados de consumo energético, numa perspectiva de estabelecer linhas orientadoras para melhorar a eficiência energética e identificar as cargas eléctricas passíveis de serem alimentadas pelas energias renováveis. Esta recomendação já foi identificada no Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA, de 2006/2007, pelo CAP/TPAA João Henriques.

À FAP:

- para a validação dos resultados obtidos neste trabalho de investigação, recomenda-se a instalação de anemómetros para registos dos ventos<sup>40</sup> nas EC's, de modo a determinar os regimes de ventos. Estes registos deverão ser realizados durante um período de tempo não inferior a um ano, de modo a conferir maior rigor na estimativa do potencial energético do vento.

Numa perspectiva de continuidade e aplicabilidade do trabalho desenvolvido e pela transversalidade do tema para os ramos da FFAA, recomenda-se ao IESM – Área de Ensino Específico da FA, o seguinte tema para futuro trabalho de investigação:

- perante a nova redacção do quadro legal que regulamenta os regimes de microgeração e minigeração, pelos decretos-lei n.º118-A/2010 de 25 de Outubro e n.º34/2011, de 8 de Março, respectivamente, que prevêm o contributo da Defesa para a venda à rede pública de energia eléctrica resultante da conversão a partir de fontes renováveis, será importante avaliar o proveito económico que poderá advir desta actividade.

---

<sup>40</sup> Para obter registos da direcção, velocidade e demais dados técnicos importantes para validar o potencial energético do vento.



## Bibliografia

- CALEIA RODRIGUES, J., (2006). *Petróleo - Qual Crise? 1ª ed., Booknomics.*
- CASTRO, Rui M.G. (2008a)). *Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à avaliação económica de investimentos. 4.1 ed. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.*
- CASTRO, Rui M.G. (2008b)). *Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à cogeração. 1.2 ed. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.*
- CASTRO, Rui M.G. (2008c)). *Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à energia eólica. 3.1 ed. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.*
- CASTRO, Rui M.G. (2008d)). *Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à energia fotovoltaica. 2.2 ed. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.*
- ELOY, António (2010). *Energias Sem Fim. Contrariando as Alterações Climáticas. 1ªed., Lisboa: Edições Colibri.*
- JUVENTUDE SOCIAL DEMOCRATA (2010). *Opções Energéticas para Portugal Produção Sustentável e Consumo Eficiente. 1ªed., Lisboa:, Pactor.*
- OLIVEIRA, Alcino (2003). *Energias renováveis., Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.*
- PIMENTA, Carlos, et al.(2009) *Energias Renováveis., Porto: Atelier Nunes e Pã.*
- QUIVY, Raymond, CAMPENHOULDT, LucVan (1998). *Manual de investigação em ciências sociais. 2ª ed., Lisboa: Gradiva.*
- SILVA, Patrícia Pereira da, (2007). *O sector da Energia Eléctrica na União Europeia. 1ª ed., Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.*



- UNIÃO EUROPEIA (2006). *Livro verde da Comissão Europeia – Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura, 8 de Março de 2006.*

### **Biblioteca do IESM**

- HENRIQUES, João (2007). *Gestão de Energia em Unidades da Força Aérea.: IESM.*
- LOPES, Coelho COR ENGEL (2009). *Politica de Implementação e Energias Renováveis nas Instalações Militares.: IESM.*
- CALÇADA, José COR INF (2009) *As Repercussões das Alterações Climáticas na Conflitualidade Contemporânea.: IESM.*

### **Legislação Nacional**

- Decreto-Lei n.250/1986, de 25 de Agosto (Cria o Sistema de Estímulos à Utilização Racional de Energia e ao Desenvolvimento de Novas Formas de Energia), (DR I Série 194 (1986-08-25) 2162-2166).
- Portaria n.º228/1990, de 27 de Março (Aprova o Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes), (DR I Série 72 (1990-03-27) 1491-1493).
- Decreto-Lei n.195/1994, de 19 de Julho (Estabelece o Programa Energia, com o objectivo de propiciar a diversificação em matérias-primas energéticas, visando a diminuição da dependência do petróleo, pelo fomento da utilização dos recursos energéticos endógenos), (DR I Série 165 (1994-07-20) 2162-2166).
- Decreto-Lei n.312/2001, de 10 de Dezembro (Define o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente), (DR I Série 284 (2001-12-10) (8016-8024).
- Decreto n.º 7/2002, de 25 de Março. (Aprova o Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. Ministério dos Negócios Estrangeiros), (DR I Série 71 (2002-03-25) 2816-2836).



- Decreto-lei nº 68/2002, de 25 de Março (Estabelece o regime da actividade de produção de energia eléctrica em Baixa Tensão (BT) e cria a figura do produtor-consumidor de energia), (DR I Série 71 (1990-03-25) 2837-2839).
- Decreto-lei nº 363/2007, de 02 de Novembro (Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de instalações de pequena potência, designadas por unidades de microprodução), (DR I Série 211 (2007-02-11) 7978-7984).
- Decreto-lei nº 118-A/2010, de 25 de Outubro (Simplifica o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de instalações de pequena potência, designadas por unidades de microprodução), (DR I Série 207 (2010-25-10) 4834(2)-4834(15)).
- Decreto-lei nº 34/2011, de 08 de Março (Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de instalações de pequena potência, designadas por unidades de minigeração), (DR I Série 47 (2011-08-03) 1316-1325).

### **Orientações Europeias**

- Directiva Europeia 1993/76/CE, de 22 de Setembro de 1993. Relativa à limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficácia energética. Jornal Oficial nº L 237 de 22/09/1993 pags. 0028 – 0030.
- Directiva Europeia 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001. Relativa à promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 283, de 27.10.2001.
- Decisão do Conselho da União Europeia n.º 2002/358/CE, de 25 de Abril de 2002. Aprova, em nome da Comunidade Europeia, o Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 130, de 15/05/2002.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005. Aprova a estratégia nacional para a energia.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 109/2007. Aprova a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável — ENDS 2015 (ENDS) e o respectivo Plano de Implementação (PIENDS).



- Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 20 de Maio. Aprova o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética 2008 – 2015.

### Internet

- *GWC – Global Wind Energy Council [referência de 10 de Novembro de 2010]. Disponível na Internet em [http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/Global\\_Wind\\_2007\\_report/top10\\_cumulative\\_installed\\_capacity\\_2009.jpg](http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/Global_Wind_2007_report/top10_cumulative_installed_capacity_2009.jpg)*
- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. 2008. International Energy Outlook 2008 [em linha]. DOE/EIA-0484(2008) [referência de 12 de Janeiro de 2009]. Disponível na Internet em: [http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2008\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2008).pdf)

### Sites consultados:

<http://.ambienteonline.pt/noticias;>  
<http://www.bp.com>  
<http://www.dgeg.pt;>  
<http://diarioeconomico.sapo.pt;>  
[http://ec.europa.eu/energy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm)  
<http://www.edp.pt;>  
<http://www.edprenovaveis.com>  
<http://www.energiasrenovaveis.com>  
<http://www.greensavers.pt>  
<http://www.gwec.net/>  
<http://www.iea.org/>  
<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/ctl/glossary.html>  
<http://www.oecd.org>  
<http://www.puaf.umd.edu>  
<http://portugal.gov.pt;>



<http://www.ren.pt;>

<http://va.vidasalternativas.eu;>

<http://www.wmo.int>

[www.worldenergy.org/](http://www.worldenergy.org/)