



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

## **Relatório de Estágio**

*Avaliação de Projectos*

*Energias Renováveis e Eficiência Energética em Cabo Verde*

Mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energias

José Augusto Varela Mendes Pereira

Orientadores:

Prof. Doutor António Baltazar Mortal – FCT (Ualg)

Eng.º Edson Mendes – Direcção Geral de Energia (Cabo Verde)

**2015**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

## **Relatório de Estágio**

*Avaliação de Projectos*

*Energias Renováveis e Eficiência Energética em Cabo Verde*

Mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energias

José Augusto Varela Mendes Pereira

Orientadores:

Prof. Doutor António Baltazar Mortal – FCT (Ualg)

Eng.º Edson Mendes – Direcção Geral de Energia (Cabo Verde)

**2015**

# Avaliação de Projectos Energias Renováveis e Eficiência Energética em Cabo Verde

---

## **Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright © José Augusto Pereira

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

# Agradecimentos

Os meus sinceros agradecimentos às várias pessoas que contribuíram directa e indirectamente na realização e redacção do presente Relatório de Estágio.

Agradecimento aos meus orientadores, Professor Doutor António Baltazar (Universidade do Algarve), ao Engenheiro Edson Mendes (Direcção Geral de Energia - Cabo Verde), ambos pela disponibilidade em acompanharem-me nesta caminhada.

A Direcção Geral de Energia (Cabo Verde), pela oportunidade concedida ao fim de realizar este trabalho, ao Director Geral da mesma, Anildo Costa, pela sua disponibilidade tanto no fornecimento dos dados, como nos esclarecimentos precisos.

Aos meus amigos pelo apoio prestado, Nilson Lopes, Nilson Luz, Luís Passos, Walter Amado, Péricles Duarte, Frans Silva, Flávio Fabrício, Cecílio Monteiro, Hélder Brito, entre outros que sempre tiveram uma palavra amiga de incentivo na conquista desta batalha.

Aos meus pais, ao restante da família, sempre com apoio incondicional ao longo da minha vida, com grande dedicação e esforços.

Por fim ao meu primo João Ilídio, a Cláudia Moreno, a Patrícia Gonçalves, a Patrícia Gomes e aos meus colegas do MERGE.

Este documento foi escrito segundo as normas do Acordo Ortográfico de 1945, conforme com o Decreto nº 35 228, de 8 de Dezembro de 1945, e o Decreto-Lei nº 32/73 de 6 de Fevereiro.

# Resumo

O consumo excessivo de combustíveis fósseis, agravando as emissões de gases de efeito estufa, bem como o défice no fornecimento e na distribuição da electricidade, colmatado a apresentação de um Produto Interno Bruto (PIB) quase nulo face ao consumo interno, onde sobressai a abundância dos recursos renováveis, representam os principais motivos na qual justificam uma forte aposta dos responsáveis políticos no sector das energias renováveis e eficiência energética, de forma de amenizar esta situação.

Neste contexto, o trabalho tem como objectivo principal o estudo e a avaliação de projectos no âmbito de aproveitamento das energias renováveis, o que vai ao encontro da essência do mestrado, Energias Renováveis e Gestão Energética (MERGE), tendo a Direcção Geral de Energia Cabo Verde (DGE) como a instituição de acolhimento. A DGE tem como finalidade tornar Cabo Verde o país cada vez mais verde, isto é, apostar forte no desenvolvimento de energias renováveis, onde o potencial estimado é de 2.600 MW de energias renováveis, tendo sido identificados mais de 650MW de projectos concretos com custos inferiores aos dos combustíveis fósseis. A predominância da energia solar e a alta disponibilidade da energia eólica representam há excelência de recursos no país. Para além de energias renováveis, a DGE tem como outros objectivos também de extrema importância, a eficiência energética. Cabo Verde assume a ambição até 2020 de estar no “Top 10” dos países com maior taxa de penetração de energias renováveis.

Com o conhecimento das duas vertentes, Energias Renováveis e Eficiência Energética, foram apresentadas propostas no sentido de integrar as actividades de análise de projectos incluindo novas ideias. Este grande desafio não só permitirá ganhos económicos ao país, através da diminuição da dependência de combustíveis fósseis, bem como na redução significativa de emissões de gases efeito estufa.

**Palavras-chaves: Cabo Verde; energias renováveis; eficiência energética**

# Abstract

Excessive consumption of fossil fuels, exacerbating the emissions of greenhouse gases, as well as the deficit in the supply and distribution of electricity, clogged the presentation of a Gross Domestic Product (GDP) almost nil compared to domestic consumption, which stands out plenty renewable resources, are the main reasons on which justify a strong commitment of political leaders in the renewable energy sector and efficiency, in order to alleviate this situation.

In this context, the work aims is the study and evaluation of projects under use of renewable energy, which is consistent with the essence of the master, Renewable Energy and Energy Management (MERGE) and the Directorate General Energy (DGE) in Cape Verde as the host institution. The DGE is intended to make Cape Verde the country increasingly green, that is, strong focusing on the development of renewable energy, which is the estimated potential of 2,600 MW of renewable energy, have been identified more than 650MW of concrete projects with lower costs to fossil fuels. The predominance of solar energy and high availability of wind energy resources represent for excellence in the country. In addition to renewable energy, the DGE has other objectives as also of utmost importance to energy efficiency. Cape Verde takes the ambition to be in the "Top 10" of countries with the highest penetration rate of renewable energy by 2020.

With the knowledge of the two strands, Renewable Energy and Energy Efficiency, proposals were made to integrate the project analysis activities including new ideas. This challenge not only allow economic benefits to the country, by decreasing dependence on fossil fuels, as well as significantly reduced emissions of greenhouse gases.

**Keywords:** Cape Verde; renewable energy; energy efficiency

# Índice

Declaração de autoria de trabalho .....	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract .....	vii
Siglas, Abreviaturas e Unidades.....	xiv
Introdução.....	1
Potencialidades Energéticas de Cabo Verde .....	3
Impacto dos Combustíveis Fósseis .....	5
Indicadores sector Energéticas de Cabo Verde .....	6
Tipos de aproveitamento de energias renováveis.....	8
Energia Solar .....	8
Energia Eólica .....	11
Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) .....	14
Recurso Marítimo (ondas e marés) .....	15
Outras fontes renováveis .....	16
Eficiência Energética em Cabo Verde .....	18
Objectivos gerais .....	20
Objectivos específicos.....	20
Actividades desenvolvidas .....	21
Descrição das tarefas propostas.....	21
Resultados e discussão .....	22
Sector Energias Renováveis .....	22
Sector Eficiência Energética .....	47
Actividades complementares.....	47

Conclusão e Perspectivas futuras .....	56
6 Bibliografia.....	63
Anexos.....	66
Anexo A - Informação Geral.....	66
1.1 Identificação do estagiário.....	66
1.2 Identificação da entidade .....	66
1.3 Período de duração e carga horária do estágio .....	66
1.4 Identificação do Orientador Docente.....	66
1.5 Identificação do Orientador Industrial.....	66
Anexo B - Legislação do sector energético em Cabo Verde.....	67
Anexo C - Dados do consumo de energia em Cabo Verde ano 2013 .....	69

# Índice de Figuras

Figura 1.1 - Países membros da Comunidade Económica de Estados da África Ocidental (CEDEAO) (Auth & Musolino, 2014).....	2
Figura 1.2 – Localização de Cabo Verde. Fonte: <a href="http://www.morabitur.com">http://www.morabitur.com</a> .....	3
Figura 1.3 – Localização das centrais produtoras de energia eléctrica (Gesto Energia S.A., 2011).....	6
Figura 1.4 - Radiação Solar. Fonte: <a href="http://www.electronica.pt">http://www.electronica.pt</a> .....	9
Figura 1.5 - Conversão de energia solar. Fonte: (Conceição, 2012).....	9
Figura 1.6 - Radiação global nas diferentes ilhas do Arquipélago. Fonte: (Diário da republica de Cabo verde, 2012). .....	10
Figura 1.7 - Mapa evolutivo da Energia Eólica no mundo. Fonte: (Argaín, 2010). .....	11
Figura 1.8 - Velocidade média do vento (resultado da simulação). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	13
Figura 1.9 - Composição dos RSU de Cabo Verde. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	14
Figura 1.10 - Fluxo de energia médio para o arquipélago de Cabo Verde (kW/m). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	15
Figura 1.11 - Localização da ZDER geotérmica na ilha do Fogo Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012) .....	17
Figura 1.12 - Potencial de bombagem pura fluvial. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	17
Figura 4.1 – Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011) .....	23
Figura 4.2 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	23
Figura 4.3 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	24
Figura 4.4 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	24
Figura 4.5 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011)..	25
Figura 4.6 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	25
Figura 4.7 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	26
Figura 4.8 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011)..	26
Figura 4.9 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	27
Figura 4.10 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).....	27

Figura 4.11 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	28
Figura 4.12 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	28
Figura 4.13 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	29
Figura 4.14 - Zonas desenvolvimento energia geotérmica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	29
Figura 4.15 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	30
Figura 4.16 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	30
Figura 4.17 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	31
Figura 4.18 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	31
Figura 4.19 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	32
Figura 4.20 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	32
Figura 4.21 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	33
Figura 4.22 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	33
Figura 4.23 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).	34
Figura 4.24 - Distribuição do uso de energia bruta em 2013. (Costa, 2015)	35
Figura 4.25 - Curva de custo PV e gerador a gasóleo. Fonte: (Grupo Martifer, 2010).	37
Figura 4.26 – Evolução do sectorial do PIB em Cabo Verde (Milhões de ECV). Fonte: (Banco de Cabo Verde-BCV, 2012).	39
Figura 4.27 - Contribuição do Sector de Energias Renováveis na formação do PIB. Fonte: (David, 2012)	39
Figura 4.28 – Evolução da Procura Total de Electricidade em Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).	40
Figura 4.29 – Evolução da Oferta de Energia Bruta em Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).	41
Figura 4.30 – Evolução da Oferta Total de Energia Final para Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).	41
Figura 4.31- Representação gráfica da produção de energia	46
Figura 4.32- Central fotovoltaico Praia. Fonte: (Santos, 2011)	48
Figura 4.33 - Centro de Energias Renováveis e Manutenção Industrial. Fonte: (Vier, 2014).	49
Figura 4.34 - Candeeiro Solar Mosquito de Horta. Elaboração própria.	50
Figura 4.35 – Sistema <i>Magpower</i> . Fonte: (Magpower S. A., 2011)	51
Figura 5.1 – Microgeração. Fonte: (Argaín, 2010)	58
Figura 5.2 – Central fotovoltaica ligação directa a rede. Fonte: site sunvienergy.com	59
Figura 5.3 - Combinação produção independente c/ mini-central. Fonte electroarqueiro.pt	59



## Índice de tabelas

Tabela 1.1- Indicadores no sector energético Cabo Verde (Direcção Geral de Energia, 2014)	7
Tabela 1.2 - Temperatura média anual. Fonte: (Diário da republica de Cabo verde, 2012) ....	10
Tabela 1.3 - Zonas para Desenvolvimento de Energias Renováveis (recurso solar). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012). .....	11
Tabela 1.4 - Situação da Energia Eólica em Cabo Verde. Fonte: (Alberto Mendes, Outubro de 2011) e (Expresso das Ilhas, 26 de Setembro de 2012). .....	12
Tabela 1.5 - Zonas de Potencial eólico. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).	13
Tabela 1.6 - Aproveitamentos futuros de RSU. Fonte: - (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	14
Tabela 1.7 - ZDER (recurso marítimo). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).	16
Tabela 1.8 - ZDER (geotérmica). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).....	17
Tabela 1.9 - ZDER (Bombagem Pura). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)..	17
Tabela 4.1 – Evolução energético da ilha Boavista 2003-2013. Fonte: Águas e Electricidade de Boavista (AEB) .....	45
Tabela 4.2 – Dados energéticos referentes a 2013. Fonte: Águas e Electricidade de Boavista (AEB) .....	46
Tabela 5.1 - Analise comparativa “Lâmpadas”. Fonte: (ADENE, Outubro de 2013 (versão digital)) .....	60
Tabela 0.1 – Energia em Cabo verde. Fonte Águas e Electricidade de Boavista (AEB).....	69
Tabela 0.2 - Energia em Cabo verde. Fonte Águas e Electricidade de Boavista (AEB) .....	69
Tabela 0.3 – Caso estudo <i>Park3</i> (Energia Eólica), <i>Park1</i> (Energia Solar) ilha de Boavista, inserção de dados. ....	70
Tabela 0.4 - Caso estudo <i>Park3</i> (Energia Eólica), <i>Park1</i> (Energia Solar) ilha de Boavista, resumo final.....	71

# Siglas, Abreviaturas e Unidades

AEB – Águas Energias de Boavista

APP – Águas Ponta Preta

AC - Corrente Alternada

BCV – Banco de Cabo Verde

CC e DC - Corrente Continua

CEDEAO - Comunidade Económica dos Estados Oeste Africano Ocidental

CERMI – Centro Energias Renováveis e Manutenção Industrial

CDM- Crédito de Carbono

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DGE – Direcção Geral de Energia (Cabo Verde)

ECREEE – Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética da CEDEAO

ECV-Escudos Cabo -Verdiano

EE - Eficiência Energética

EE - Energia Eléctrica

EO – Energia Eólica

ES – Energia Solar

ER - Energia Renováveis

GEE – Gases Efeito Estufa

GW – Gigawatts

GWh – Gigawatts hora

h – Hora

IAC - integração da adaptação às mudanças climáticas na cooperação

INE – Instituto Nacional de Estatísticas

IPCC - Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas

Jet A1 - Gasolina de Avião

KAMM – Karlsruhe Atmospheric Mesoscale Model

Kg – Quilograma

Ktep – Quilograma Toneladas equivalente de Petróleo

kW- kilowatts

m - Metro

MERGE - Mestrado Energia Renováveis e Gestão de Energia

MTIE – Ministério de Turismo Indústria e Energia  
MW – Megawatts  
ODM – Objectivos Desenvolvimento de Milénio  
PALOP - Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa  
PDERCV - Plano Director das Energias Renováveis de Cabo Verde  
PIB - Produto Interno Bruto  
PNAEE - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética  
PNAER - Plano Nacional de Acção para Energias Renováveis  
PV e FV – Painel fotovoltaico  
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos  
REN<sub>21</sub> – Relatório de Status Global  
SE4ALL - Sustainable Energy for All  
SIDS - Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável  
 $U_{\infty}$  - velocidade de atrito da superfície  
 $U_w$  - velocidade do vento incidente  
UNIDO - United Nations Industrial Development Organization  
W – Watts  
WASP- Wind Atlas Analysis Application Program  
ZDER-Zonas para Desenvolvimento de Energias Renováveis

*“ É impossível progredir sem a mudança, e aqueles que não mudam suas mentes não podem mudar nada.”*

**George Bernard Shaw.**

# Introdução

Os bens naturais são as fontes de riqueza materiais que o homem dispõe para satisfazer as suas necessidades. A vida moderna tem sido movida a custo de recursos esgotáveis que levaram milhões de anos para se formar. Contudo á medida que os recursos, como o petróleo, se forem tornando menos disponíveis e mais caros, o homem terá de optar cada vez mais pelos recursos energéticos alternativos e renováveis, recursos estes inesgotáveis.

Entende-se por energias renováveis todas aquelas formas de energia cuja taxa de utilização é inferior à sua taxa de renovação. Estas compreendem um amplo e diverso conjunto de recursos energéticos, tais como solar, eólico, hídrica, geotérmico, ondas, marés e biomassa. E também por uma série de processos de conversão e aplicações como podem ser a combustão, a térmica, a mecânica, o processo fotovoltaico, etc. (Sawin, *et al.*, 2012).

As políticas de energias renováveis têm sido a força motriz por trás do aumento das acções relacionadas com as energias renováveis (Sawin, *et al.*, 2012). O seu potencial é um dos principais incentivadores, principalmente nos países em desenvolvimento, onde é visto como uma forma directa na geração de emprego. Globalmente, cerca de 5 milhões de pessoas trabalham directa ou indirectamente com indústrias das energias renováveis. Cada vez mais os governos por todo mundo reconhecem os benefícios das energias renováveis juntamente com a eficiência energética como elementos centrais de qualquer estratégia de economia verde (Sawin, *et al.*, 2012). A China lidera o *ranking* mundial de investimentos no sector renováveis, seguidos de países como Estados Unidos, Alemanha, Espanha, Itália, Índia e Japão, estes representam cerca de 70% da capacidade total mundial em energias renováveis, excluindo a energia hidroeléctrica. No ano 2011 as energias renováveis compuseram mais de 25% do total energético global – capacidade gerada (estimada em 5360 GW) e ofereceram uma estimativa de 20,3% da electricidade global (Sawin, *et al.*, 2012).

A eficiência energética representa um importante complemento para o desenvolvimento das energias renováveis. Melhorias ao nível da eficiência energética por vezes apresentam soluções mais eficientes para se superar estes desafios, apresentando alternativas menos custosas para a construção de unidades de geração e reduzindo o montante de nova capacidade necessária para atender a procura. Para além disso, a eficiência energética pode contribuir para fazer avançar os objectivos de desenvolvimento socioeconómicos (Auth & Musolino, 2014) assim como, as energias renováveis contribuem para a segurança energética domestica (Sawin, *et al.*, 2012).

Nos últimos anos o mercado das energias renováveis e da estrutura política evoluíram rapidamente baseado nas conclusões do relatório de Status Global REN<sub>21</sub> *Renewables* 2012. Reconhecendo este potencial, os Chefes de Estado e de Governo da Comunidade Económica de Estados da África Ocidental (CEDEAO) deram prioridade a eficiência energética como instrumento essencial para superar os desafios regionais em termos de fornecimento de energia. Uma vez que, enfrentam o aumento dos custos com a energia, incertezas e imprevisibilidade no fornecimento, e um aumento na procura por serviços energéticos (Auth & Musolino, 2014). O aumento do acesso a serviços de energia fiáveis, acessíveis e modernos representa uma prioridade chave, induzindo a cooperação entre os Estados-membros nas áreas mais importantes como a capacitação, desenvolvimento, implementação de políticas e investimento. Constatando o papel central que a energia sustentável desempenha na catalisação do desenvolvimento socioeconómico e industrial na região, os Estados-membros da CEDEAO inauguraram formalmente o Centro para as Energias Renováveis e Eficiência Energética (ECREEE) em 2010 de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável a nível socioeconómico e ambiental na África Ocidental (Auth & Musolino, 2014).

Na figura 1, encontra-se ilustrado os 15 Estados-membros da CEDEAO cobrem uma diversidade de contextos demográficos, socioeconómicos, e sociais, em que cada um tem impactos na procura e oferta de energia em toda a região. Com uma população de mais de 334,6 milhões em meados de 2014, os Estados-membros da CEDEAO representam aproximadamente um terço da população da África subsariana.

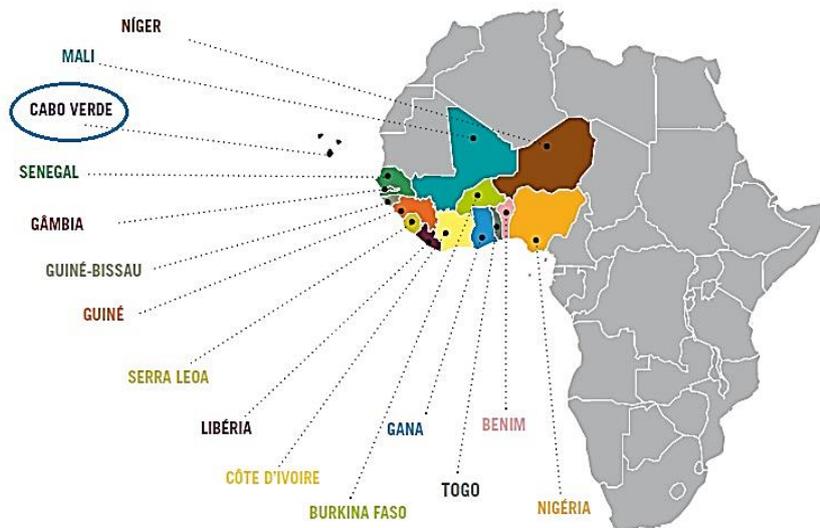


Figura 0.1 - Países membros da Comunidade Económica de Estados da África Ocidental (CEDEAO) (Auth & Musolino, 2014).

## Potencialidades Energéticas de Cabo Verde

O arquipélago de Cabo Verde, membro CEDEAO, é composto por 10 ilhas e vários ilhéus, e situa-se na Costa Ocidental Africana, aproximadamente a 500 km do Senegal. O arquipélago, de origem vulcânica, apresenta clima semiárido saheliano. Nove das dez ilhas são habitadas e o número de habitantes no arquipélago aproxima-se dos 539 mil. A área do arquipélago é de pouco mais de 4.000 quilómetros quadrados.

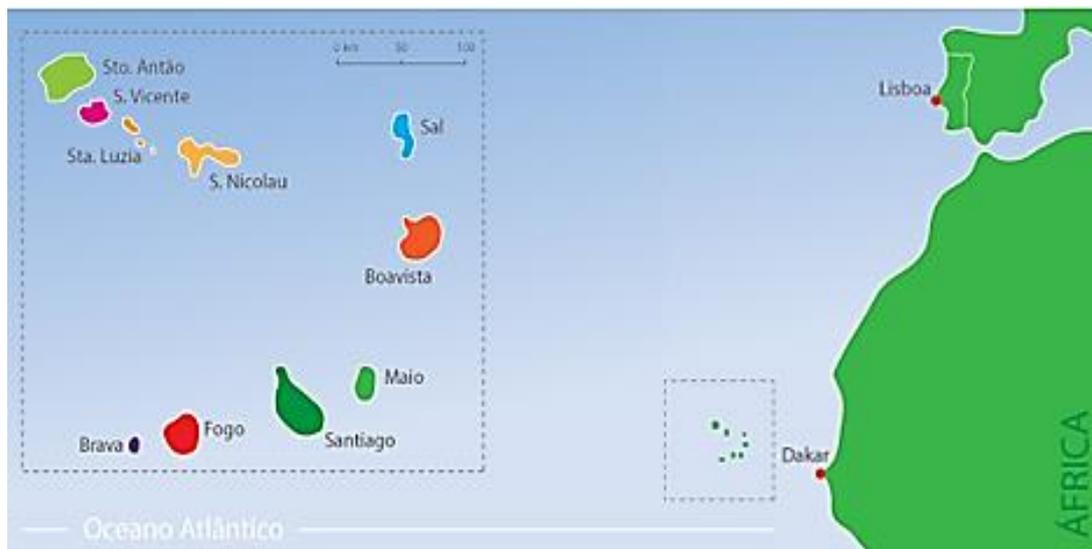


Figura 0.2 – Localização de Cabo Verde. Fonte: <http://www.morabatur.com>

Analisando especificamente, o caso de Cabo Verde, o sector da energia apresenta-se como um desafio crítico para a realização da agenda de transformação do País. Actualmente, devido a procura crescente e alto custos, nações como Cabo Verde, dependentes das importações, necessitam procurar vias alternativas para abastecimento energético seguro e sustentável. A conjuntura económica do país constitui um dos principais factores a acentuar as apostas em energias renováveis, em que há uma grande escassez de recursos ou ainda um deficiente aproveitamento dos demais existentes. De acordo com a compilação editada pelo Ministério da Economia Crescimento e Competitividade, em Junho de 2008, sobre a Política Energética de Cabo Verde, o sucesso dependerá em última instância, da sua capacidade como Nação em adoptar fontes de energia alternativas e construir um sector energético eficiente e sustentável. Neste contexto, em meados de 2010 foram implementados quatro parques eólicos, que presentemente contribuem anualmente com 22% da energia consumida. Além dessas apostas há que realçar a significativa redução na compra de combustíveis fósseis, que tem um forte impacto no défice da balança comercial e a poluição ambiental gerada pelo mesmo (GEE).

Actualmente o país representa um modelo a seguir tanto a nível africano como a nível mundial com uma capacidade de produção a rondar os 27% anualmente, tendo como grande objectivo alcançar os 50% de energia renováveis em 2020. Até agora as duas fontes exploradas e com potencial acima da média têm sido energia solar com os seguintes parâmetros, temperatura média anual a rondar os 25 °C, radiação média anual entre os 1800 a 2000kWh/m<sup>2</sup> e taxa de insolação superior a 3750 h/ano (Diário da republica de Cabo verde, 2012) e a energia eólica, em que o vento faz se sentir praticamente de forma constante a uma velocidade de 10m/s, derivado da localização geográfica do país (frente saheliana) e da sua aridez.

Os esforços realizados têm sido não só em reforçar o uso de energias renováveis, mas sim em tirar proveito desse uso, nesse contexto perspectiva-se realização de estudos energéticos de forma a aumentar a eficiência energética no país. E também combater o grande uso da biomassa (árvores), no sentido de preservar o ambiente perante a ameaça da desertificação de algumas regiões.

Cabo Verde tem um potencial de 3.000 MW de energias Renováveis, tendo sido identificados mais de 500MW de projectos concretos com custos inferiores aos dos combustíveis fósseis. Sendo a maior fonte o Sol, o mais económico o Vento, a explorar Resíduos Sólidos Urbanos, as ondas e marés e a geotermia apresentam uma elevada incerteza associada à tecnologia e ao recurso, respectivamente. Os estudos realizados demonstram que é possível superar os 50% de energias renováveis em Cabo Verde até 2020 de forma tecnicamente viável e economicamente competitiva, desde que se cumpra um conjunto de requisitos ao nível das infra-estruturas de suporte e do financiamento. Até 2020, o Plano de acção resultará na instalação em Cabo Verde de mais de 100 MW de energias renováveis através de um plano de investimentos superior a 240 M€ (duzentos e quarenta milhões de Euros). Este plano permitirá a criação de mais de 1.000 postos de trabalho directos e a redução em pelo menos 20% dos custos de geração de energia. Serão também evitados mais de €30M (trinta milhões de Euros) de importações, o equivalente a mais de 60 milhões de litros de fuelóleo ou gasóleo e mais de 200.000 toneladas de emissões de CO<sub>2</sub>. Cabo Verde assume a ambição até 2020 de estar no “Top 10” dos países com maior taxa de penetração de energias renováveis (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

### **1.1.1 Estruturação do sector energético em cabo verde.**

No sector Logístico, a Direcção Geral de energia assume-se como organismo máximo responsável pela área energética no país. Remetendo o controlo dos preços e custo, a ARE (Agência Regulação Económica). No sector da produção, sector energético cabo-verdiano é caracterizado por um único produtor em regime de exclusividade, a ELECTRA, SARL cujo objecto económico-social é a produção, distribuição e comercialização da água e energia eléctrica. (pertencendo ao estado de Cabo Verde). Com a alteração da legislação em 2006, regista-se a entrada de outras empresas no circuito produtivo, nomeadamente a APP (Águas de Ponta Preta) no Sal e AEB (Água e Energia da Boavista) na ilha de Boavista, essas empresas que funcionam como subconcessionárias da ELECTRA (Direcção Geral de Energia, 2014).

A taxa de cobertura de electrificação no país a ronda os 96%. Em algumas das ilhas chegando aos 100% (Sal e Brava em 2006, Boavista e São Vicente em 2007, São Nicolau em 2008). Com base nos registos da ELECTRA o aumento da cobertura das redes eléctricas sucede-se de forma progressiva (Direcção Geral de Energia, 2014).

As centrais termoeléctricas continuam a ter o papel predominante na produção de electricidade, sendo elas alimentadas por combustíveis fósseis. A introdução de energias renováveis em algumas das ilhas (Santiago, Sal, São Vicente e Boavista), nomeadamente energia eólica (Cabeólica), energia solar (parques solares Santiago e Sal) e ainda a ELETRICWIND (ilha Santo Antão) produtor independente (Direcção Geral de Energia, 2014).

### **Impacto dos Combustíveis Fósseis**

No ano de 2010 a produção de electricidade no arquipélago de Cabo Verde baseava-se essencialmente em combustíveis fósseis, sendo que mais de 95% da energia eléctrica era gerada com recurso a fuelóleo e gasóleo, representado na figura 1.3 (Gesto Energia S.A., 2011)

Nos últimos anos, tem-se assistido a um forte crescimento da capacidade instalada a fuelóleo nas ilhas com maior consumo no Arquipélago em substituição de geração mais tradicional a gasóleo, significativamente mais dispendiosa. Esta substituição progressiva do gasóleo por fuelóleo, tem sido a principal resposta da Electra ao forte aumento verificado nos preços internacionais dos combustíveis (Gesto Energia S.A., 2011).

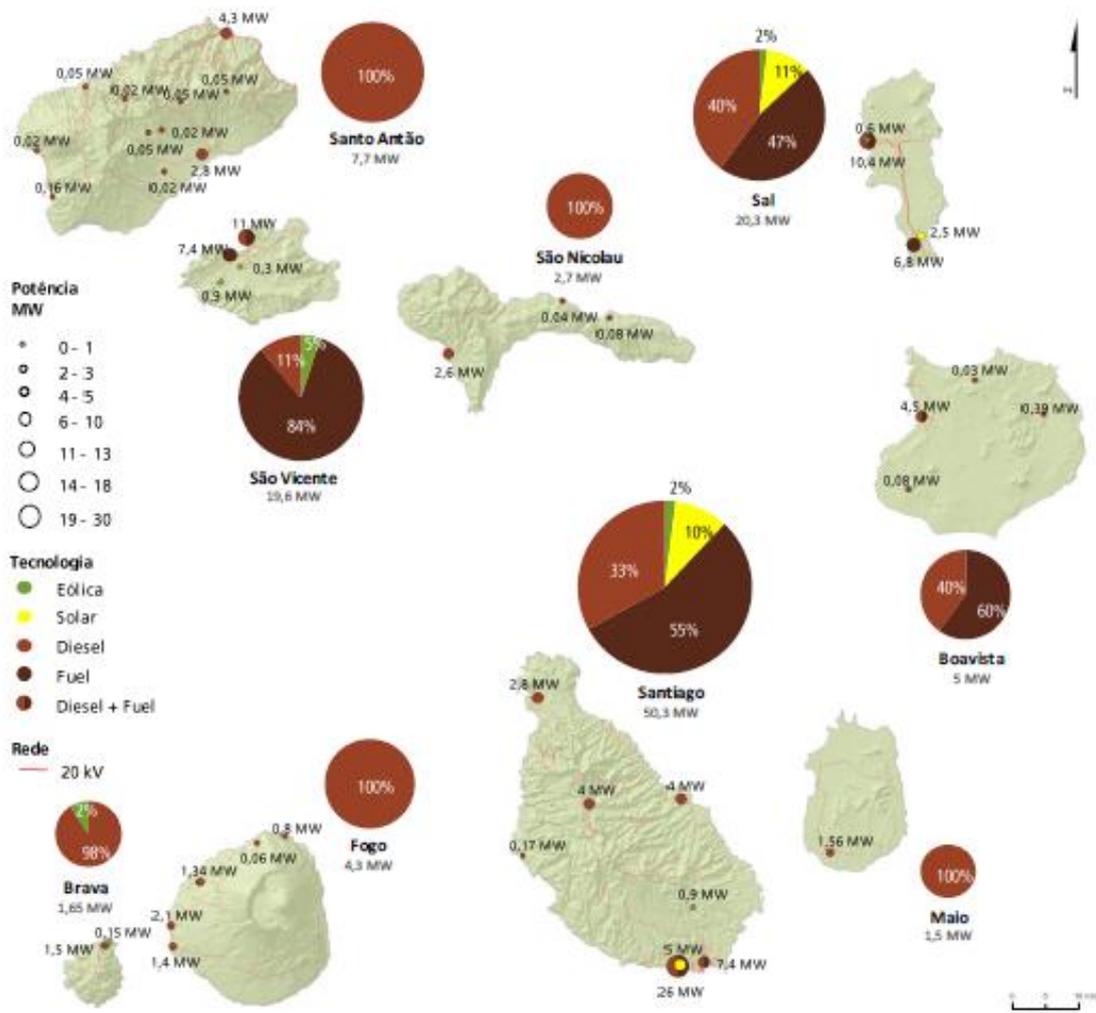


Figura 0.3 – Localização das centrais produtoras de energia eléctrica (Gesto Energia S.A., 2011).

## Indicadores sector Energéticas de Cabo Verde

O bom desempenho do sector da energia é fundamental para a sustentabilidade do processo de crescimento económico de Cabo Verde (Direcção Geral de Energia, 2014). Embora os resultados do sector ao longo tempo terem sido satisfatórios, com aumentos relevantes na potência instalada, na energia produzida, na disponibilidade de energia para a população, ainda existem desafios para garantir uma energia de qualidade e com maior regularidade. Desde 2003, os indicadores de produção de energia têm apresentado resultados positivos e animadores. Praticamente todos os indicadores de referência, na análise do desempenho do sector, têm apresentado bons resultados e a forma como tem melhorado ao longo do tempo. A energia é

um recurso essencial para a promoção e sustentabilidade do processo de crescimento que o país tem apresentado em períodos recentes e continuará a constar entre as principais prioridades de investimento do Governo (Direcção Geral de Energia, 2014). Na tabela 1.3 demonstra os indicadores que permitem o entendimento da evolução no sector energético.

<b>Indicadores</b>	<b>2003</b>	<b>2013</b>	<b>Var.% 2003-2013</b>
Potência instalada (kW)	78.554	140.581	78,96%
Produção (kWh)	198.658.184	390.707.685	96,67%
Taxa de cobertura (%)	61%	96%	57,38%
Procura (kWh)	36.889	69.895	89,47%
Consumo per capita (kWh)	370,5	712,61	92,34%
Produção per capita (kWh)	437,79	762,84	74,25%
Energia disponibilizada (kWh)	168.125.139	366.730.000	118,13%
Perdas de energia (kWh)	35.624.367	102.136.853	186,71%
Perdas de energia (%)	21,19%	27,98%	32,07%
Black-out (nº)	45	25	-44,44%
Black -out (min)	1.844	1.436	-22,13%
PIB (bilhões de ECV)	92.185	140.984	52,94%
Clientes de energia (nº)	65.539	141.334	115,65%
Importação de Gasóleo (ECV)	2.355.445.053	7.235.998.957	207,20%
Preço médio de importação de Gasóleo (ECV/Kg)	27,36	79,82	191,73%
Importação de Fuel (ECV)	514.569.241	3.465.980.025	573,57%
Preço médio de importação Fuel (ECV/Kg)	17,42	53,31	206,08%
Importação de Lubrificantes (ECV)	152.114.649	386.375.341	154,00%
Preço médio de importação de Lubrificantes (ECV/Kg)	133,11	226,86	70,43%
Importação de Gasolina (ECV)	267.124.720	583.115.230	118,29%
Preço médio de importação de Gasolina (ECV/Kg)	32,13	91,88	185,96%
Importação de Gás (ECV)	1.040.080.619	911.070.591	-12,40%
Preço médio de importação de Gás (ECV/Kg)	35,69	80,35	125,13%

Tabela 0.1- Indicadores no sector energético Cabo Verde (Direcção Geral de Energia, 2014)

No período de 2003 a 2013 a maioria dos indicadores do sector apresentaram uma evolução positiva e com uma dinâmica superior ao crescimento da economia como um todo. Isto é, o sector evoluiu a um ritmo superior ao crescimento da economia, medido pela evolução do PIB, indicando que a contribuição do sector foi positiva para o crescimento económico do país. Na última década duplicou-se a capacidade de produção, bem como o aumento de números de famílias beneficiadas com a energia eléctrica. O alargamento da produção de energia eléctrica permitiu um aumento significativo de melhoria da condição de vida da população, ao mesmo tempo, fomentou uma maior procura da energia, de forma significativa, desafiando o Governo a investir de forma regular no sector de energia (Direcção Geral de Energia, 2014).

# Tipos de aproveitamento de energias renováveis

## Energia Solar

Cabo Verde tem uma capacidade de energia fotovoltaica (FV) solar instalada de 6,4 MW, incluindo dois parques solares nas ilhas de Santiago e Sal (4,3 MW e 2,1 MW, respectivamente), ambos desenvolvidos pela empresa portuguesa *Martifer Solar* e inaugurados em 2010. Em Junho de 2014, Cabo Verde planeava o lançamento do concurso de pequenos projectos de centrais (CEDEAO, 2014).

A energia solar actualmente, apresenta-se à escala mundial, como uma fonte de energia infinitamente renovável, não poluente, permitindo a sua utilização como fonte de calor ou Luz. Face à localização geográfica, Cabo Verde apresenta temperatura média anual de 25 °C (ver Tabela 1.2), irradiação média entre os 1800 a 2000kWh/m<sup>2</sup> (figura 1.6) e uma taxa de insolação superior a 3750 h/ano.

A radiação solar após atravessar a atmosfera atinge a superfície terrestre, sendo constituída por três componentes, conforme se pode observar no esquema:

- **Radiação Directa:** correspondente à fracção de radiação solar que atinge a terra sem qualquer mudança de direcção;
- **Radiação Difusa:** radiação solar que é difractada pelos componentes atmosféricos.
- **Radiação Reflectida:** radiação reflectida no solo (albedo) ou outros objectos circundantes, como por exemplo, neve, água, vegetação, etc.

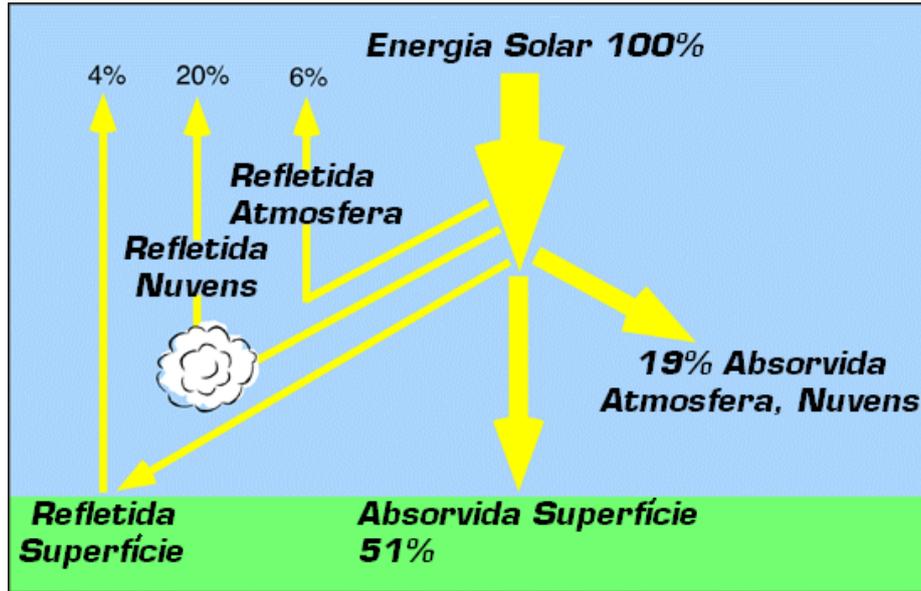


Figura 0.4 - Radiação Solar. Fonte: <http://www.electronica.pt>

Esta energia poderá então ser aproveitada de forma directa em energia térmica, a que se dá o nome de energia solar térmica e de forma indirecta, em energia eléctrica, normalmente designada por energia fotovoltaica, como se pode observar na figura 1.5 (Conceição, 2012).

Processo de conversão de energia solar:

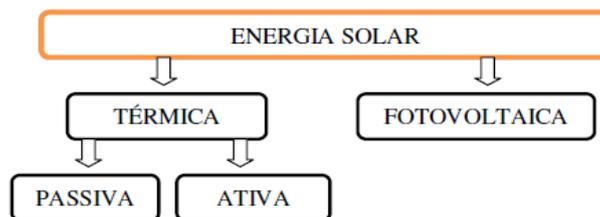


Figura 0.5 - Conversão de energia solar. Fonte: (Conceição, 2012).

Tabela B2 – Valor da temperatura ambiente ao longo do dia para os doze meses do ano, em Cabo Verde

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
TMAX [°C]	25	25	26	26	27	28	28	29	29	29	28	26
TMIN [°C]	20	19	20	21	21	22	24	24	25	24	23	22
AMPLIT [°C]	5	6	6	5	6	6	4	5	4	5	5	4
Média	22,5	22	23	23,5	24	25	26	26,5	27	26,5	25,5	24
Hora	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
0	21,3	20,6	21,5	22,3	22,6	23,5	25,0	25,3	26,0	25,3	24,3	23,0
1	20,7	19,9	20,9	21,7	21,9	22,9	24,6	24,7	25,6	24,7	23,7	22,6
2	20,3	19,4	20,4	21,3	21,4	22,4	24,3	24,3	25,3	24,3	23,3	22,3
3	20,1	19,1	20,1	21,1	21,1	22,1	24,1	24,1	25,1	24,1	23,1	22,1
4	20,0	19,0	20,0	21,0	21,0	22,0	24,0	24,0	25,0	24,0	23,0	22,0
5	20,1	19,1	20,1	21,1	21,1	22,1	24,1	24,1	25,1	24,1	23,1	22,1
6	20,3	19,4	20,4	21,3	21,4	22,4	24,3	24,3	25,3	24,3	23,3	22,3
7	20,7	19,9	20,9	21,7	21,9	22,9	24,6	24,7	25,6	24,7	23,7	22,6
8	21,3	20,6	21,5	22,3	22,6	23,5	25,0	25,3	26,0	25,3	24,3	23,0
9	21,9	21,2	22,2	22,9	23,2	24,2	25,5	25,9	26,5	25,9	24,9	23,5
10	22,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	26,5	25,5	24,0
11	23,1	22,8	23,8	24,1	24,8	25,8	26,5	27,1	27,5	27,1	26,1	24,5
12	23,8	23,5	24,5	24,8	25,5	26,5	27,0	27,8	28,0	27,8	26,8	25,0
13	24,3	24,1	25,1	25,3	26,1	27,1	27,4	28,3	28,4	28,3	27,3	25,4
14	24,7	24,6	25,6	25,7	26,6	27,6	27,7	28,7	28,7	28,7	27,7	25,7
15	24,9	24,9	25,9	25,9	26,9	27,9	27,9	28,9	28,9	28,9	27,9	25,9
16	25,0	25,0	26,0	26,0	27,0	28,0	28,0	29,0	29,0	29,0	28,0	26,0
17	24,9	24,9	25,9	25,9	26,9	27,9	27,9	28,9	28,9	28,9	27,9	25,9
18	24,7	24,6	25,6	25,7	26,6	27,6	27,7	28,7	28,7	28,7	27,7	25,7
19	24,3	24,1	25,1	25,3	26,1	27,1	27,4	28,3	28,4	28,3	27,3	25,4
20	23,8	23,5	24,5	24,8	25,5	26,5	27,0	27,8	28,0	27,8	26,8	25,0
21	23,1	22,8	23,8	24,1	24,8	25,8	26,5	27,1	27,5	27,1	26,1	24,5
22	22,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	26,5	25,5	24,0
23	21,9	21,2	22,2	22,9	23,2	24,2	25,5	25,9	26,5	25,9	24,9	23,5
24	21,3	20,6	21,5	22,3	22,6	23,5	25,0	25,3	26,0	25,3	24,3	23,0

Tabela 0.2 - Temperatura média anual. Fonte: (Diário da republica de Cabo verde, 2012)

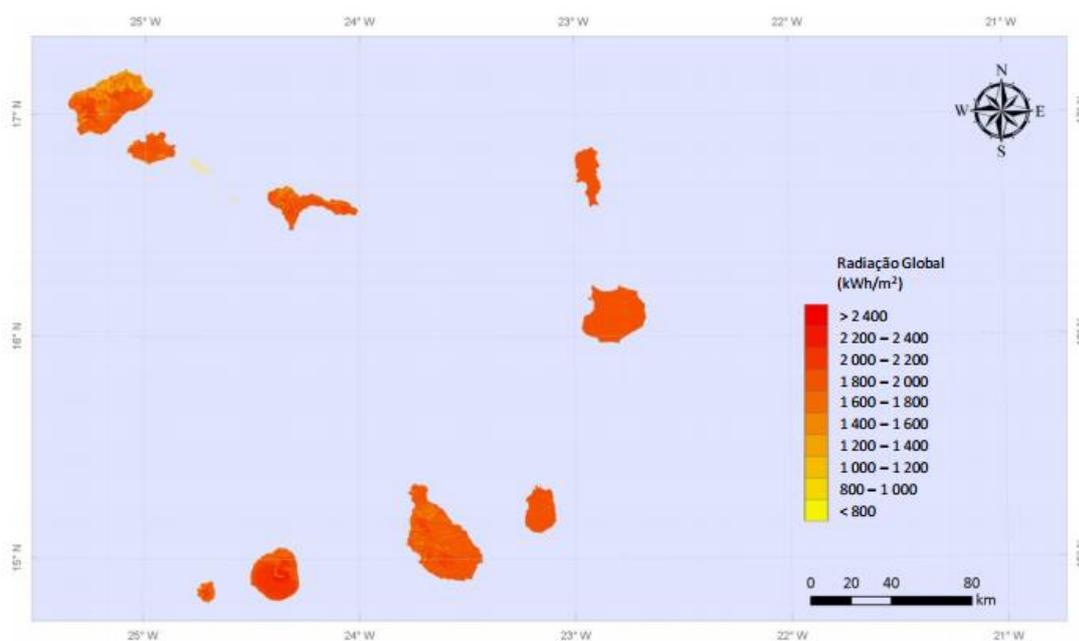


Figura 0.6 - Radiação global nas diferentes ilhas do Arquipélago. Fonte: (Diário da republica de Cabo verde, 2012).

Na tabela 1.3 pode-se verificar as ilhas e os respectivos pontos potências para a implementação da produção energética, dependendo apenas de factores socioeconómicos (Ordenamento territorial e investimento).

Ilha	ZDER	Projecto	Potência [MW]	Área da ZDER (Km <sup>2</sup> )
Santiago	ST.8	Achada da Ponta da Bomba	53	1,08
	ST.9	Achada Ribeira Pedro	89	1,78
	ST.10	Achada Bela Costa	73	1,46
São Vicente	SV.6	Salamansa	62	1,24
Santo Antão	SA.4	Porto Novo	176.5	3,54
Fogo	FG.3	Fogo	928.5	18.62
Sal	SL.2	Sal	98.5	1,92
São Nicolau	SN.2	Preguiça	5	0,15
	SN.3	Cacimba	5	0,13
Boavista	BV.2	Ervadão	30	0,69
	BV.3	Belmonte	30	0,79
Maio	MA.2	Esgrovere	6	0,13
	MA.3	Barreiro	3	0,07
	MA.4	Alcatraz	3	0,06
Brava	BR.2	Furna	3	0,06

Tabela 0.3 - Zonas para Desenvolvimento de Energias Renováveis (recurso solar). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

## Energia Eólica

A energia eólica tem registado nos últimos anos uma evolução verdadeiramente assinalável. Para ter uma ideia da taxa de crescimento verificada na potência eólica instalada a nível mundial, observa-se que uma das bases de dados mais conhecidas registava no dia 4 de Março de 1998 e no dia 16 de Março de 2008 os valores de 7.322 MW e 93.453 MW, respectivamente (Castro, Março 2008). Exploração de energia eólica no país (ver tabela 4.3) correspondente a 22% do consumo final anual.

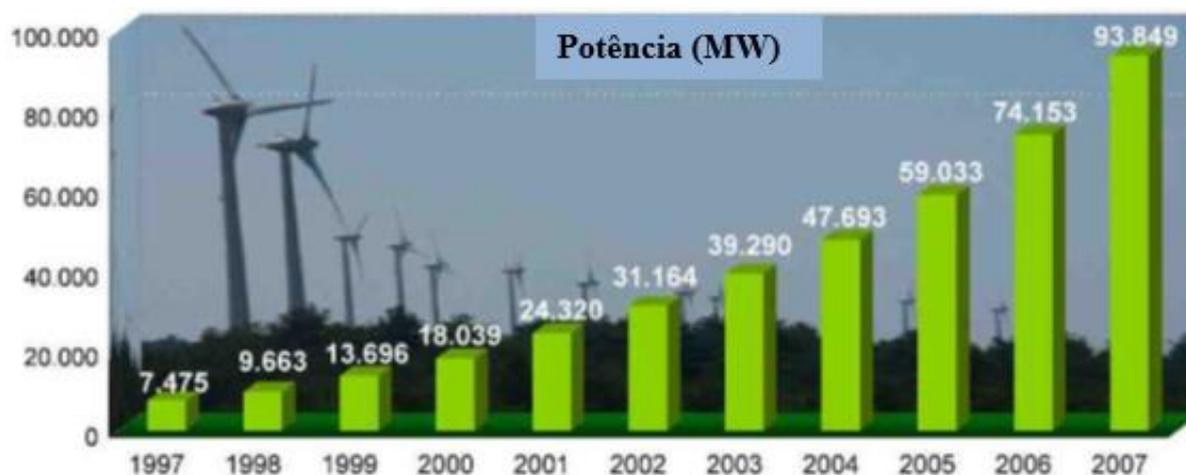


Figura 0.7 - Mapa evolutivo da Energia Eólica no mundo. Fonte: (Argaín, 2010).

O potencial eólico do arquipélago de Cabo Verde foi recentemente caracterizado pelo Risø National Laboratory (RISØ), com recurso a uma metodologia KAMM/WAsP, tendo sido realizadas medições de recurso nos seguintes locais: Selada do Flamengo e Selada de São Pedro na ilha de São Vicente, Monte de São Filipe na ilha de Santiago, Palmeira, na ilha do Sal e Sal-Rei, na ilha da Boavista.

## Recursos Energéticos

Tabela - Produção Anual de Energia do Projecto Cabeólica

Ilha	Numero de Turbinas	Marca de turbina	Modelo de Turbina	Potência das Turbinas	Potência Total a ser Instalado(MW)	Produção Anual de Energia(GWh/ano)
Santiago	11	Vestas	V52	850 kW	10	30.1 - 40.3
Sal	9	Vestas	V52	850 kW	8	28.2 - 36.3
São Vicente	7	Vestas	V52	850 kW	6	25.1 - 31.5
Boa Vista	3	Vestas	V52	850 kW	2,5	12.0 - 14.8
Cabo Verde	30	Vestas	V52	850 kW	26,5	96 - 124

### Contribuição Média da Cabeólica para o Consumo por Ilha

- 20-25% De total energia em Santiago
- 30-35% de total energia no Sal
- 35-40% De total energia em São Vicente
- 25% De total energia na Boa Vista

Tabela 0.4 - Situação da Energia Eólica em Cabo Verde. Fonte: (Alberto Mendes, Outubro de 2011) e (Expresso das Ilhas, 26 de Setembro de 2012).

Na figura 1.8, encontra-se representado o mapeamento da velocidade média do vento (m/s). O vento provém predominantemente do Nordeste, aproximadamente 90%. Por outro lado, verifica-se sazonalidade, com dois períodos distintos ao longo do ano, sendo que os ventos mais fortes ocorrem entre os meses de Janeiro e Junho. A ilha de Santiago destaca -se não só pela sua dimensão mas também por ser aquela que apresenta um maior consumo energético (tabela 1.5), isto é, regista-se velocidades médias do vento entre os 6 e os 8 m/s, consoante a elevação dos terrenos (figura 1.8). Na zona sul da ilha, nas cotas entre os 500 m e os 900 m de altitude, é possível identificar uma área de planalto bastante ampla, com facilidade de acessos e velocidades de vento assinaláveis (entre os 7 e os 8 m/s), com capacidade para instalar vários projectos eólicos de grandes dimensões (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

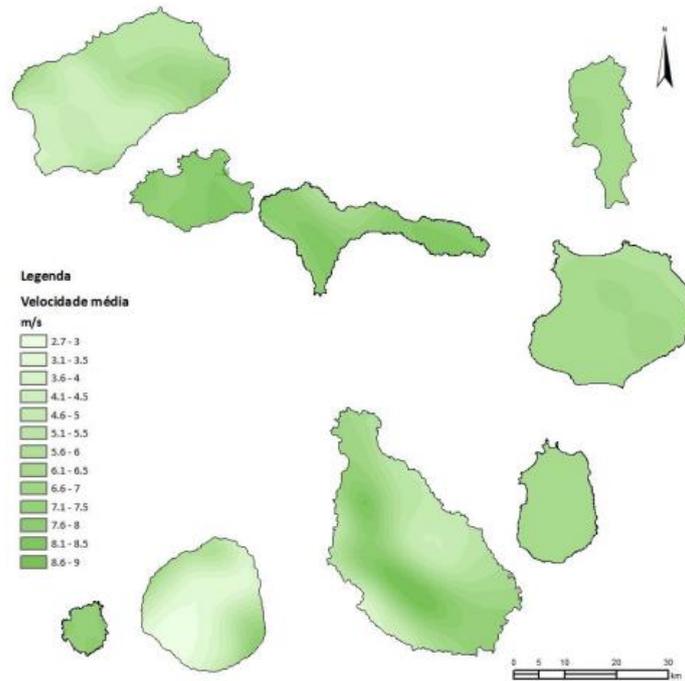


Figura 0.8 - Velocidade média do vento (resultado da simulação). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

ILHA	ZDER	Potência [MW]	Área [Km <sup>2</sup> ]
Santiago	ZDER.ST.1 Terras Altas	96,9	36,31
	ZDER.ST.2 Praia Baixo	6,8	0,52
	ZDER.ST.3 Monte da Chaminé	5,95	0,43
Sal	ZDER.SL.1 Cascanhal	45,9	20,85
Fogo	ZDER.FG.1 Cova Figueira	17,85	2,91
	ZDER.FG.2 Monte Ledo	1,7	0,04
S. Antão	ZDER.SA.1 Lombo da Torre	11,05	1,05
	ZDER.SA.2 João Daninha	11,05	0,64
	ZDER.SA.3 Galheteiro	12,75	1,92
S. Vicente	ZDER.SV.1 João D'Évora	10,2	0,64
	ZDER.SV.2 Areia Branca	7,65	0,53
	ZDER.SV.3 Pé de Verde	2,55	0,12
S. Nicolau	ZDER.SN1 Jalunga	14,45	3,16
Boavista	ZDER.BV1 Picos da Boavista	20,4	13,67
Maió	ZDER.MA.1 Batalha	14,45	1,72
Brava	ZDER.BR1 Furna	5,95	0,37

Tabela 0.5 - Zonas de Potencial eólico. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

## Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um assunto da maior importância para as sociedades actuais no que diz respeito, aos países desenvolvidos e países em desenvolvimento, mas revela-se de especial importância em territórios insulares e de dimensão reduzida, com a inerente falta de locais para a deposição dos resíduos. Uma solução amplamente aceite na gestão dos RSU para regiões insulares é o tratamento dos resíduos através da valorização energética antes da deposição em aterro. Em Cabo Verde, foram analisadas as áreas respeitantes aos concelhos da Praia e São Vicente, respectivamente, nas ilhas de Santiago e São Vicente (tabela 1.6), tendo em consideração que os concelhos das restantes ilhas não apresentam produção de resíduos suficiente para serem valorizados energeticamente, não significando isto que a sua deposição não deva ser realizada em locais devidamente preparados. De acordo com os dados do INE (Cabo Verde), a população do concelho da Praia corresponde a 26% do total da população do Arquipélago, enquanto São Vicente corresponde a 16% da população total.

ILHA	ZDER	PROJECTO	Potência [MW]	Área da ZDER (Km <sup>2</sup> )
Santiago	ZDER.ST.4	Central RSU da Praia	5	0,456
São Vicente	ZDER.SV.5	Central RSU do Mindelo	2,5	0,272

Tabela 0.6 - Aproveitamentos futuros de RSU. Fonte: - (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

Com base na informação recolhida (Tavares, et al., 2005) foi possível estimar a composição física dos resíduos sólidos produzidos em Cabo Verde, a qual se encontra representada na figura 1.9. As fracções que apresentam um maior poder calorífico, como o papel, plásticos e materiais orgânicos, representam cerca de 75% dos resíduos sólidos urbanos.

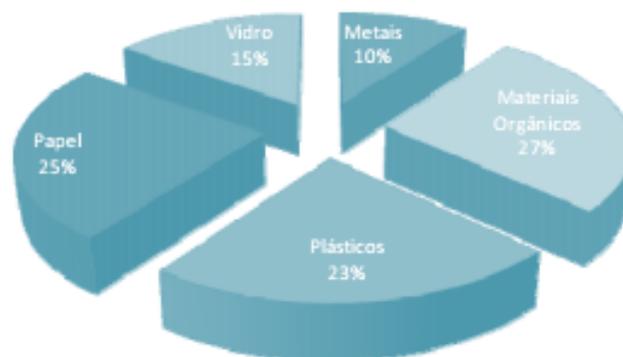


Figura 0.9 - Composição dos RSU de Cabo Verde. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

## Recurso Marítimo (ondas e marés)

Os oceanos possuem um elevado potencial energético, uma vez que recebem energia do sol e dos ventos. Esta energia fica concentrada e armazenada sobre formas potenciais de energia, quer sejam sobre a forma de ondulação, correntes marítimas ou gradientes térmicos. As ondas do mar possuem maior concentração energética quando comparadas com outras fontes de energias renováveis, nomeadamente eólica e solar. Este tipo de energia renovável encontra-se, ainda, em fase inicial de desenvolvimento em cooperação com países como Portugal, Canadá, Reino Unido, Irlanda, de modo a apostar fortemente nesta vertente (Diário da República de Cabo Verde, 2012). Foram estudadas, para o arquipélago, as características da ondulação ao longo de 11 anos, com base em dados obtidos através de modelos meteorológicos mundiais. Os dados de direcção, período e altura significativa da ondulação foram caracterizados e analisados (figura 1.10). Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo do recurso existente realizado pela consultora GESTO Energia S.A.

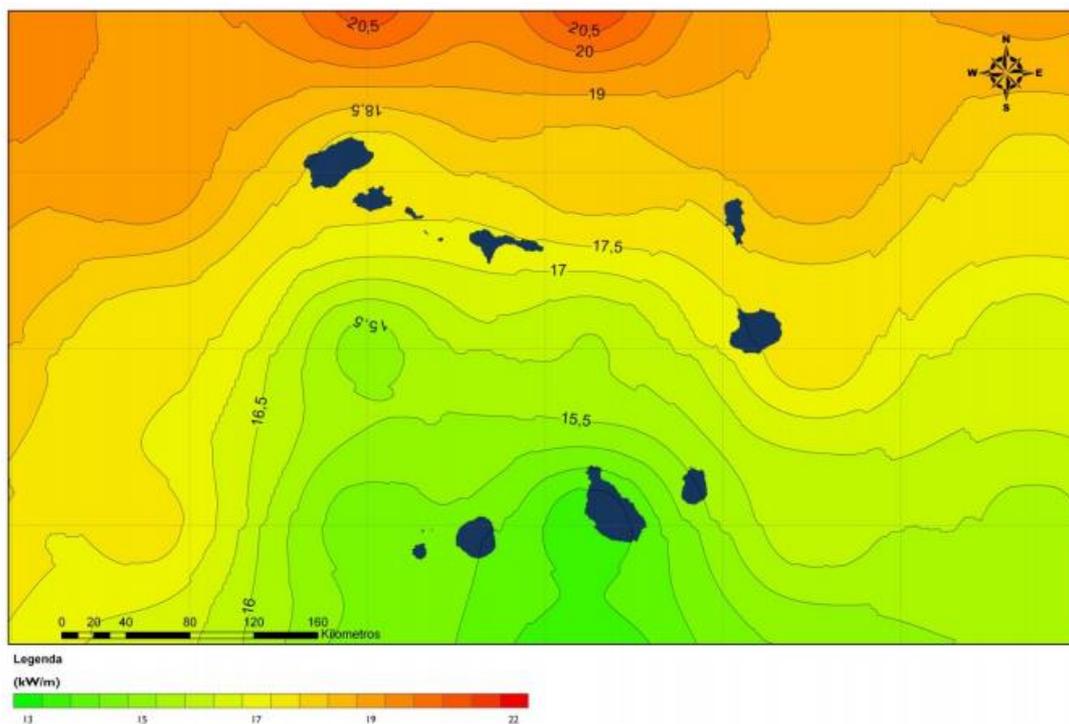


Figura 0.10 - Fluxo de energia médio para o arquipélago de Cabo Verde (kW/m). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)

ILHA	ZDER	PROJ. ID	PROJECTO	Potência [MW]	Energia [GWh/Ano]
Sal	ZDER.SL.4	SL.WV1	Parque Ondas Sal	3,5	4,8
S. Antão	ZDER.SA.5	SA.WV1	Parque Ondas Santo Antão	3,5	4,8
S. Vicente	ZDER.SV.7	SV.WV1	Parque Ondas São Vicente	3,5	4,6
Boavista	ZDER.BA.4	BV.WV1	Parque Ondas Boavista	3,5	4,6

Tabela 0.7 - ZDER (recurso marítimo). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)

Na tabela 1.7 encontram-se descritas as ilhas que apresentam maior potencial de energia a partir do recurso marítimo. Recursos estes que podem vir a ser explorado com implementação de equipamentos para produção de energia, para o tal há que se confrontar com as outras formas de energias renováveis.

## Outras fontes renováveis

Segundos os estudos a ilha do fogo apresenta uma reserva geotérmica interessante (figura 1.11 e tabela 1.8). No entanto as erupções vulcânicas pode inviabilizar esta aposta. Ainda os estudos prévios apontam para que o processo de selecção e desenvolvimento dos projectos de bombagem pura em que a complexidade do processo de selecção, de mais de 600 MW identificados, para o desenvolvimento de estudos prévios correspondentes a 70 MW (figura 1.12 e tabela 1.9). Face as duas maiores fontes EO e ES estas apresentam menor expressão. Podem vir a ser apostas caso justifiquem o investimento e a sua utilidade, podendo complementar as outras formas de produção de energia, bem com na eficiência energética.

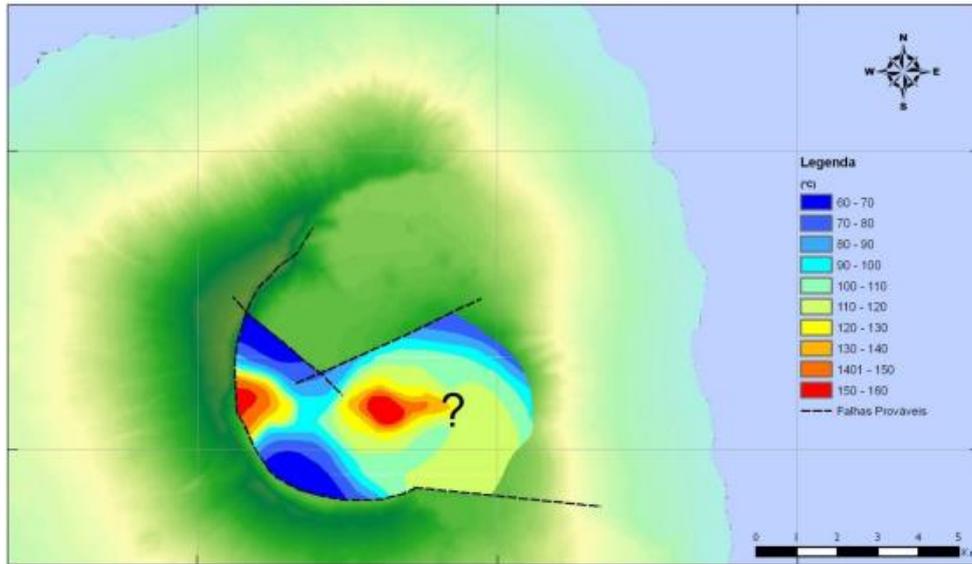


Figura 0.11 - Localização da ZDER geotérmica na ilha do Fogo Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)

ILHA	ZDER	PROJECTO	Potência [MW]	Área da ZDER (Km <sup>2</sup> )
Fogo	ZDER.FG.3	Central Geotérmica do Fogo	3	6,38

Tabela 0.8 - ZDER (geotérmica). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)

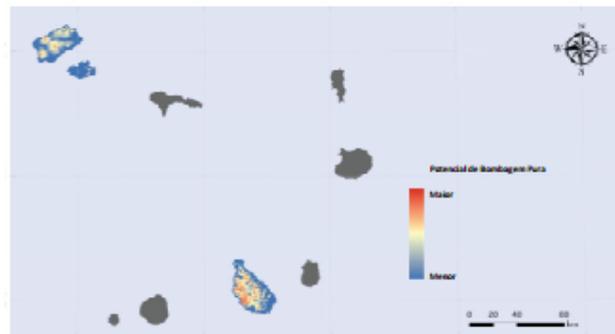


Figura 0.12 - Potencial de bombagem pura fluvial. Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012)

ILHA	ZDER	Projecto	Potência [MW]	Área da ZDER (km <sup>2</sup> )
Santiago	ZDER.ST.5	Chã Gonçalves	20	2,89
	ZDER.ST.6	Mato Sancho	20	3,21
	ZDER.ST.7	Ribeira dos Picos	20	4,38

Tabela 0.9 - ZDER (Bombagem Pura). Fonte: (Diário da República de Cabo Verde, 2012).

## **Eficiência Energética em Cabo Verde**

A ameaça de esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, o cenário económico e as preocupações ambientais levam-nos a encarar a eficiência energética como uma das soluções para equilibrar o modelo de consumo energético existente, bem como combater as alterações climáticas (EDP - Energias de Portugal, S.A., Junho 2006). Uma vez que, à medida que uma sociedade se torna mais desenvolvida aumenta o consumo de energia, embora nem sempre de um modo eficiente (ADENE, Outubro de 2013 (versão digital)). A utilização de energia de forma reflectida conduz a uma maior diversidade de serviços e conforto, sem ter necessariamente que aumentar o consumo. Os países serão mais competitivos à medida que aumentarem a sua eficiência energética, consumindo menos energia por unidade de produto realizado ou de serviço prestado. Este é o cenário actual dos países desenvolvidos, particularmente no sector industrial. No entanto, nos sectores dos transportes e dos edifícios, incluindo as habitações, a situação é diferente, pois a eficiência energética não está a evoluir como seria desejável (ADENE, Outubro de 2013 (versão digital)).

Um dos objectivos para 2015 da DGE, é implementar um estudo nesse sentido, com as prioridades bem definidas (Edifícios com especial atenção aos hotéis e na tentativa redução do consumo de biomassa).

Ciente da importância e da necessidade que se fazia sentir no sector, o Governo adoptou a visão de “Construir um sector energético seguro, eficiente, sustentável e sem dependência de combustível fóssil”, e para tanto foi elaborado e aprovado o documento de Política Energética que elenca de forma pormenorizada quais os desafios energéticos do País a serem vencidos.

Os pilares de desenvolvimento do Sector Energético foram identificados, como sendo: a Segurança energética - facilitar o acesso contínuo ao fornecimento de energia, em condições de qualidade; aposta nas Energias Renováveis - investir e adoptar tecnologia de energias renováveis e alternativas, com a consequente redução da dependência de importação de combustíveis. Sustentabilidade - garantir a sustentabilidade do sector energético do ponto de vista ambiental, sociopolítico social e económico; Eficiência - garantir um sistema de fornecimento, distribuição e consumo de energia adequado e eficiente em todo o país

A implementação da utilização das energias renováveis faz parte da estratégia energética do governo de Cabo Verde a longo prazo. Contudo, o quadro actual indica a realização de projectos ligados à utilização dos recursos renováveis em larga escala, mas que não tem correspondido a expectativa prática. Um país rico em recursos energéticos de origens renováveis, com um poder

económico quase nula, ao mesmo tempo com um aproveitamento deficiente desse recurso que dispõe em abundância. Assim sendo, e tendo em conta a fragilidade da economia cabo-verdiana, que continua a depender da ajuda e o investimento externos e da remessa dos emigrantes para o seu desenvolvimento, é de extrema importância analisar quais os impactos da implementação dos projectos ligados as energias renováveis na economia de Cabo Verde, sendo certo que para a sua materialização, o país terá necessariamente de recorrer a recursos externos.

A conjugação desses factores, a minha enorme ambição em contribuir para o desenvolvimento do país que me viu nascer, os desafios já lançados com metas bem próximas, em “2020 tornar o país 50% verde”, faz-me crer que a escolha da DGE como local para a realização do estágio é uma escolha acertada, não só por serem a entidade máxima e reguladora do sector energético do país, mas também porque será uma grande oportunidade de pôr os meus conhecimentos em prática, adquiridos ao longo do mestrado e a minha curta carreira profissional.

Um dos grandes objectivos da DGE para este ano é fazer com que o país atinja os 30/35% de energia consumido com origem de fonte renovável. Mais um motivo aliciante, não só para concluir o relatório final do MERGE, mas também um passo importante rumo ao futuro comum, tanto a nível pessoal assim como um rumo a seguir pelo país.

Ainda na vertente renovável o país visa chegar aos 100% no consumo energético ao médio/longo prazo, por ser constituído por ilhas de pequenas dimensões, uma delas já se encontra identificado para receber o projecto-piloto (Ilha de Brava, com cerca de 6mil habitantes por 67km<sup>2</sup>). Além de aproveitar as fontes renováveis, o foco da DGE também direcciona para a eficiência energética no país. Neste intuito, justifica-se a escolha e a pertinência do tema, almejando que este trabalho apresente pistas que poderão contribuir para a consolidação da política de introdução das energias renováveis no país.

## Objectivos gerais

O estágio realizado prendeu-se nas questões práticas da vertente teórica leccionada durante as aulas do mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energias da universidade do Algarve, com a abordagem no sector de energias renováveis e eficiência energética, em Cabo Verde. A Direcção geral de energia de Cabo Verde foi a entidade responsável.

## Objectivos específicos

Participar nas actividades promovida pela instituição, Direcção geral de energia de Cabo Verde, e desempenhar um papel interventivo, no diz respeito a avaliação e escolhas de projectos. Propor novas ideias para o melhor aproveitamento e desenvolvimento do potencial energético do país. Mas minuciosamente, dentro de cada sector, os objectivos principais são:

### **Energias Renováveis:**

- Mapeamento detalhado do Potencial Energético Renovável;
- Estudo do Impacto da Introdução de Renováveis no Sector dos Combustíveis;
- Estudo do Impacto da Introdução de Renováveis nas Receitas do Estado;
- Estudo do Impacto da Introdução de Renováveis na Balança Comercial;
- Lançamento de Estudos Detalhados para se chegar à 30%/35% de electricidade de origem renovável em todas as ilhas (análise do potencial e da curva de carga, análise das opções tecnológicas, análise socioeconómica e financeira, design e dimensionamento);
- 

### **Eficiência energética:**

- Nos Edifícios;
- Nos Equipamentos Electrodomésticos;
- Dos Consumidores Intensivos com ênfase nos hotéis;
- Redução do Consumo de Biomassa.

# Actividades desenvolvidas

As actividades desenvolvidas durante o período de estágio centraram-se no objectivo principal, energias renováveis e eficiência energética em Cabo Verde. As propostas apresentadas foram incluídas dentro da programação anual da DGE para o ano 2015, o Plano Nacional de Acção para Energias Renováveis (PNAER) e no âmbito da eficiência energética, o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE). Planos esses relativos ao período [2015-2020/2030].

## Descrição das tarefas propostas

### I - Energias Renováveis:

- 1- Mapeamento detalhado do Potencial Energético Renovável;
- 2- Estudo do Impacto da Introdução de Renováveis no Sector dos Combustíveis, nas Receitas do Estado e na Balança Comercial;
- 3- Lançamento de Estudos Detalhados para se chegar à 30%/35% de electricidade de origem renovável em todas as ilhas (análise do potencial e da curva de carga, análise das opções tecnológicas, análise socioeconómica e financeira, *design* e dimensionamento);

### II- Eficiência Energética:

- Nos Edifícios, nos equipamentos electrodomésticos, dos consumidores intensivos (hotéis) e redução do Consumo de Biomassa.

### III- Actividades complementares:

- Visita ao parque solar (Palmarejo), centro para energias renováveis CERMI, a localidade de Mosquito de Horta (no âmbito de energias sustentável para todos, zonas isoladas).
- Formações sobre as alterações climáticas e solar térmica.
- Pareceres Técnicos (Licenciamentos).

# Resultados e discussão

## Sector Energias Renováveis

### I- Mapeamento detalhado do Potencial Energético Renovável

Consiste em identificar os vários pontos do país, disponíveis para uma eventual instalação de projectos de origem renovável, para isso, além de verificar as características locais, executar o estudo aprofundado de diversos itens (tipo de energia renovável a implementar, impacte ambiental, benefícios sociais e económico e sobre tudo do desenvolvimento regional).

O plano PNAER [2015-2020/2030] traça uma meta ainda mais ambiciosa do que o proposto inicialmente de 50% da penetração de energias renováveis, para a taxa de penetração de 100% de energias renováveis em Cabo Verde até 2020. Por outro lado, existe um outro programa financiado pelas organizações internacionais, Energia Sustentável para Todos (SE4ALL) na CEDEAO. A iniciativa Energia Sustentável para Todos (*SE4ALL*, do inglês *Sustainable Energy for All*) é uma parceria entre governos, o sector privado e a sociedade civil. Lançada pelo Secretário-Geral das Nações Unidas em 2011, com três objectivos interligados, a serem alcançados até 2030:

- Garantir o acesso universal a serviços energéticos modernos.
- Duplicar a taxa global de melhoria da eficiência energética.
- Duplicar a quota das energias renováveis na matriz energética global.

Em Cabo Verde, os objectivos da iniciativa Energia Sustentável para Todos estão perfeitamente alinhados com as estratégias desenvolvidas para o sector energético e com o papel que este terá no desenvolvimento do país. Torna-se importante realçar que estas metas devem funcionar em conjunto como um catalisador, para a criação de condições para o desenvolvimento de actividades geradoras de rendimento e/ou como motor de desenvolvimento e instrumento de combate à pobreza (Costa, 2015).

No que se refere aos projectos de energias renováveis, a *SE4ALL*, impõe como condição o aproveitamento dos estudos já realizados de modo a cumprir estas metas, no âmbito das energias renováveis (estudos realizados pela Gesto *Energy solution* 2011), onde se apresenta os potenciais detalhados para futuros aproveitamentos energético (figuras 4.1 a 4.23).

## Ilha de Santiago

### - Recurso eólico

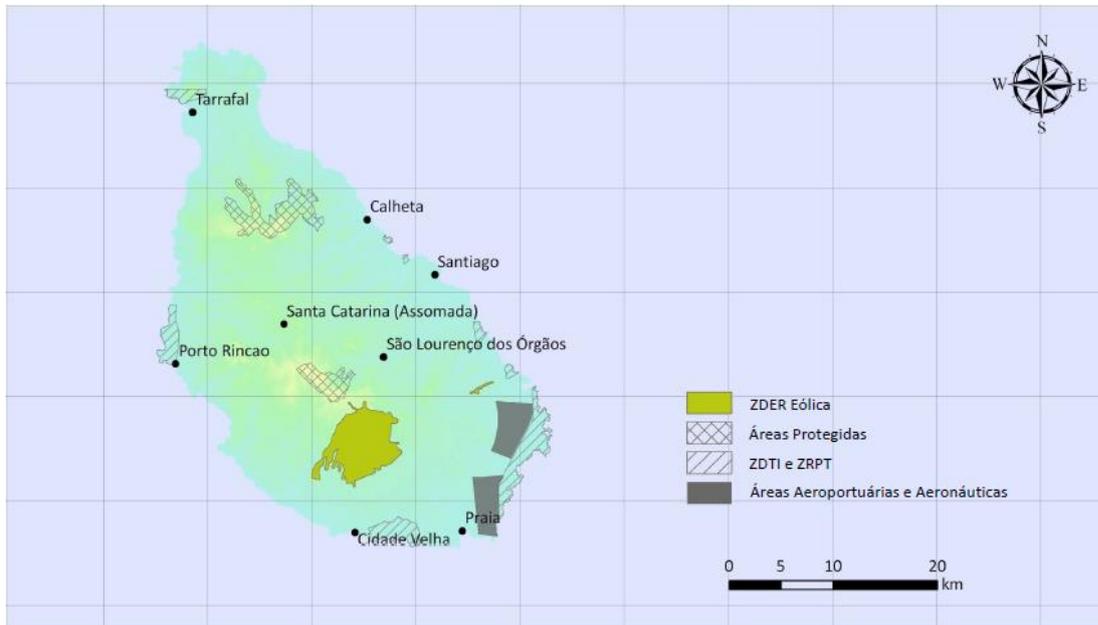


Figura 0.1 – Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011)

### - Recurso Solar

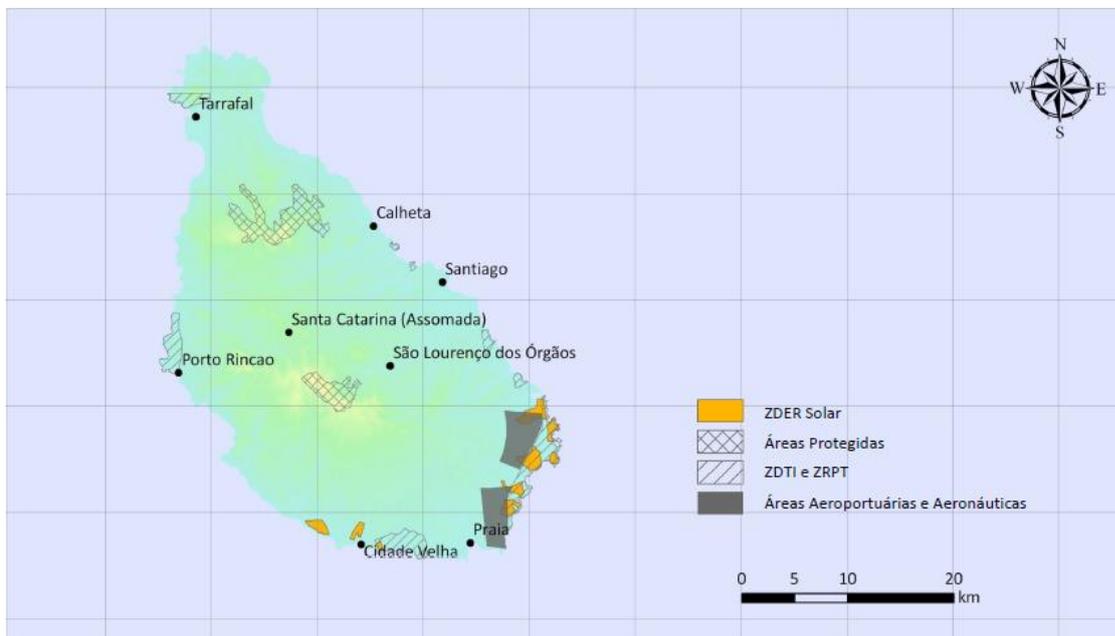


Figura 0.2 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha de São Vicente

### - Recurso eólico

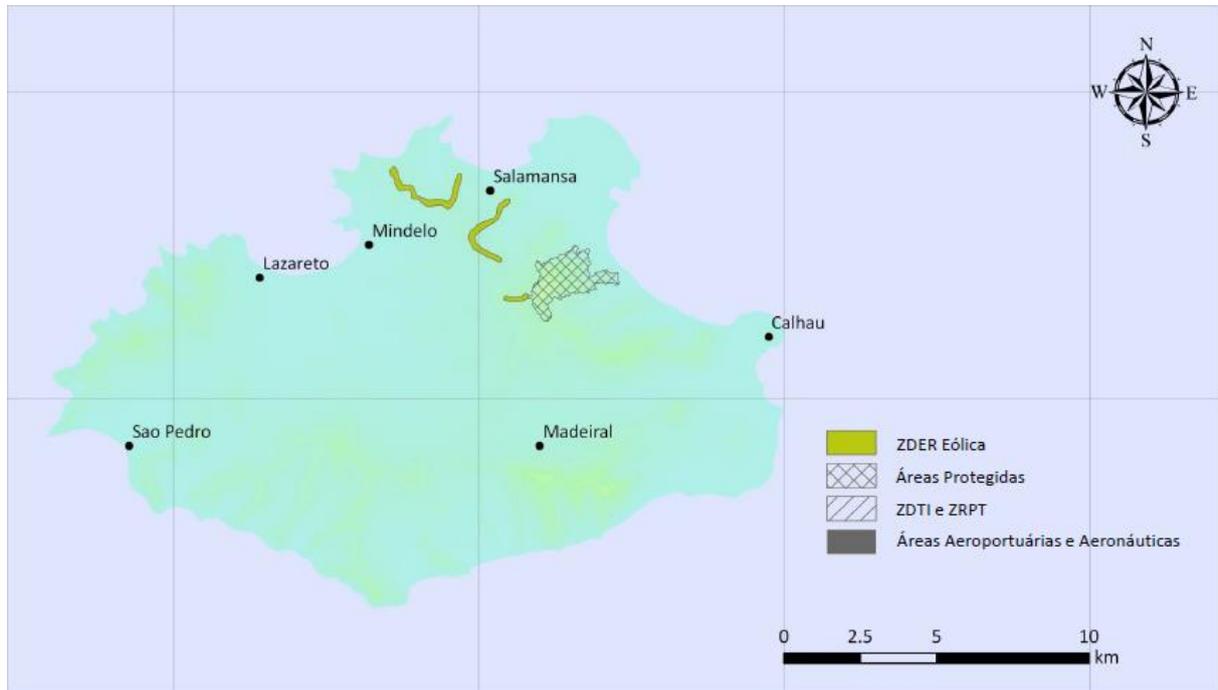


Figura 0.3 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011)

### - Recurso Solar

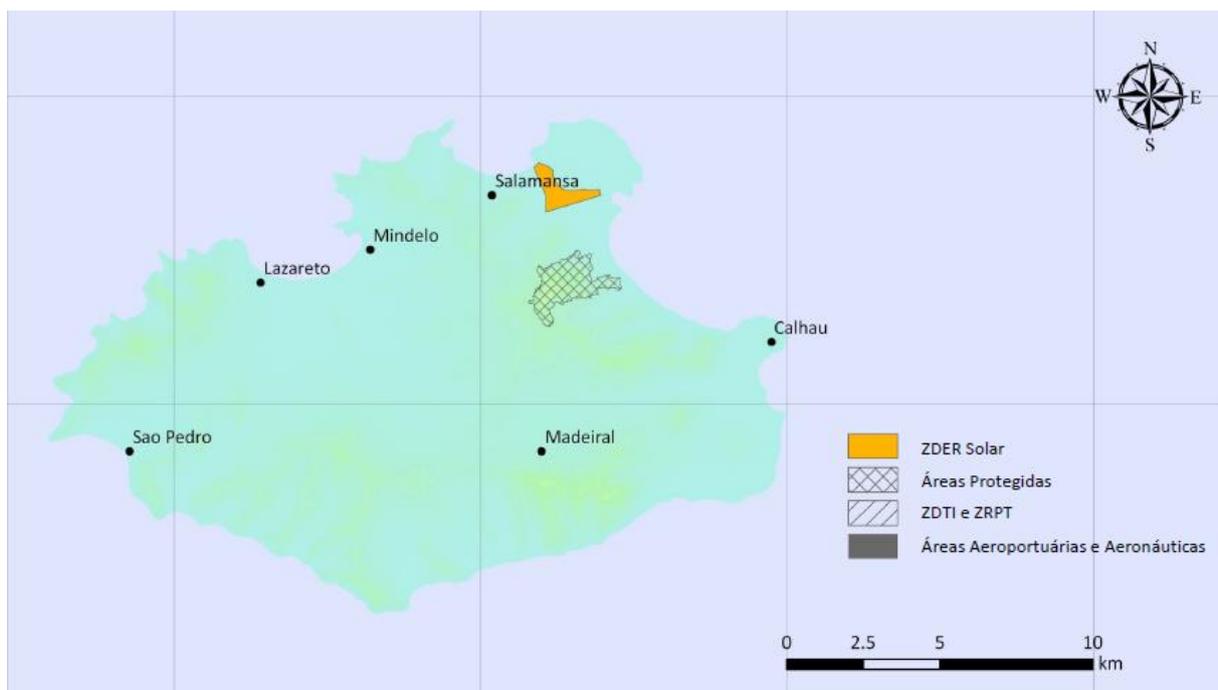


Figura 0.4 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Marítimo

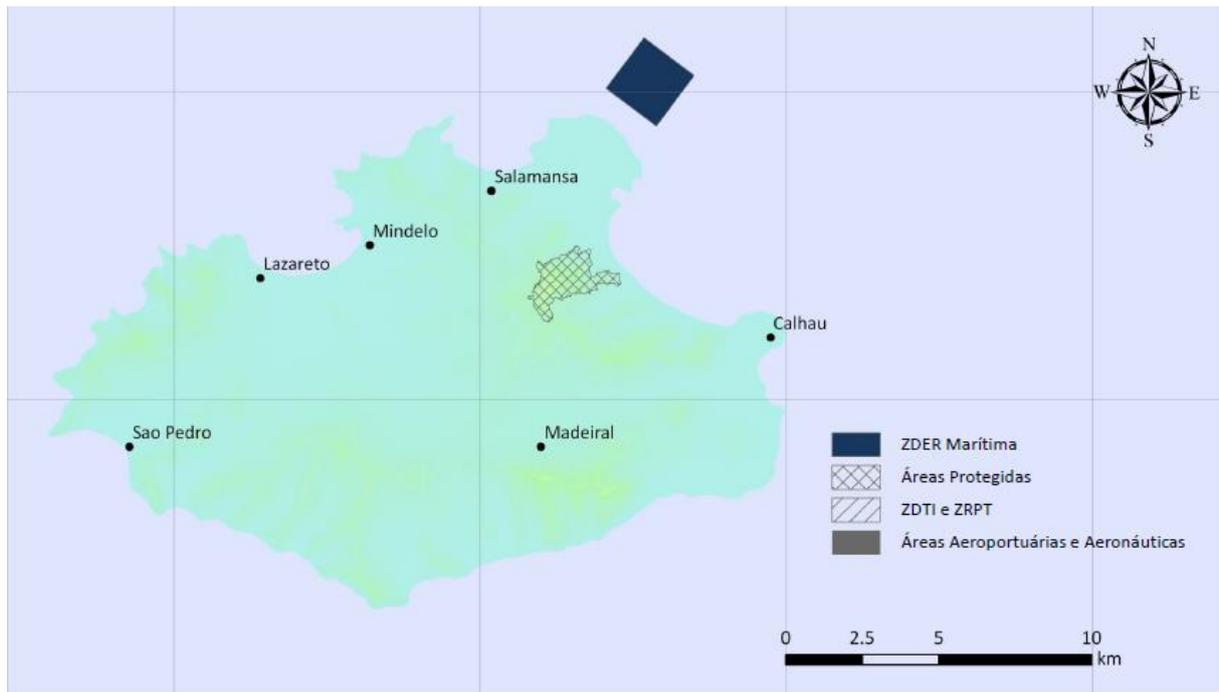


Figura 0.5 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha do Sal

### - Recurso eólico



Figura 0.6 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Solar

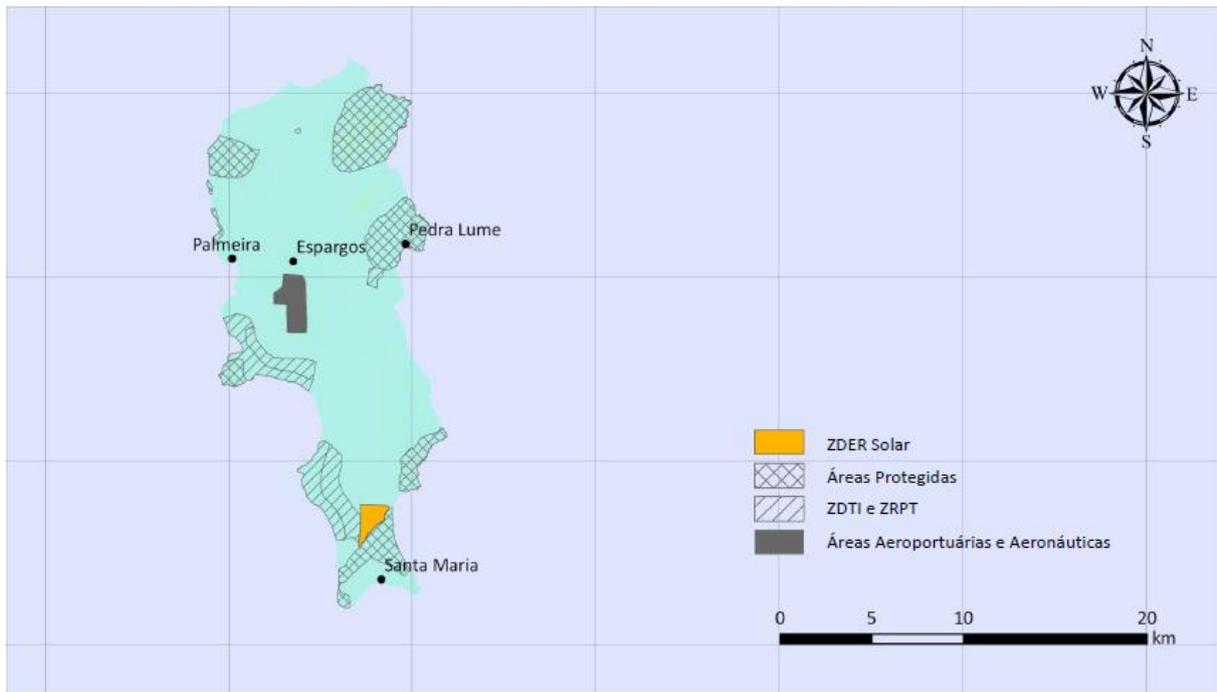


Figura 0.7 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Marítimo

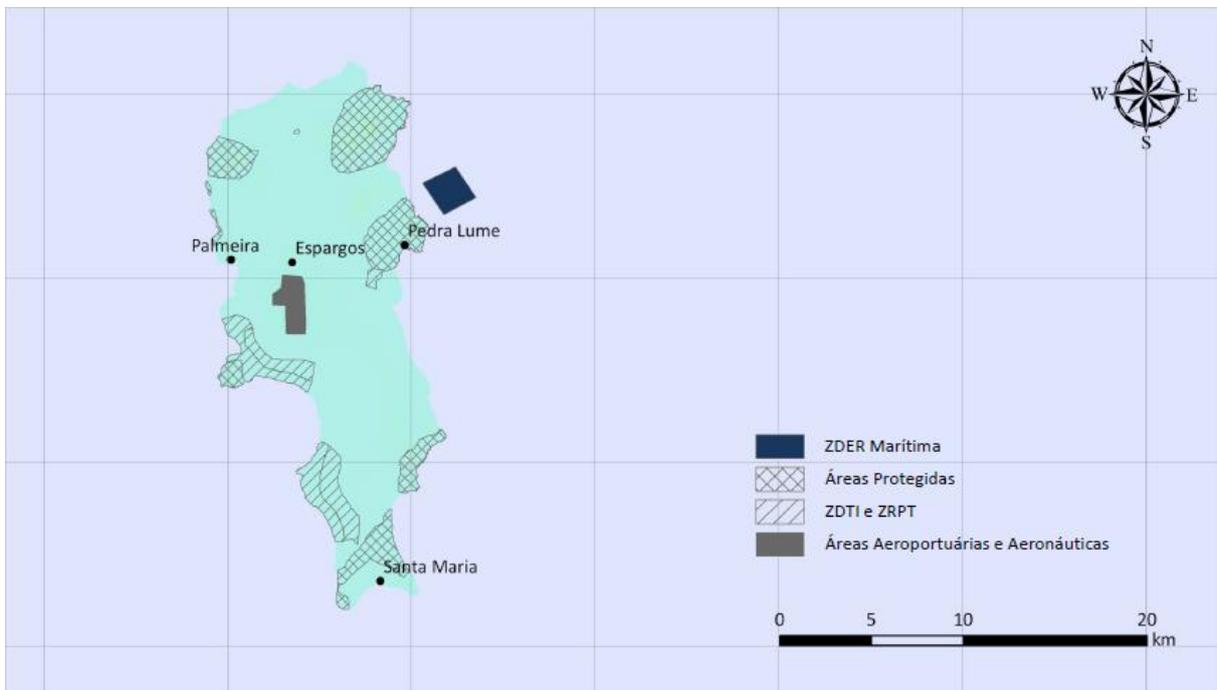


Figura 0.8 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha de Santo Antão

### - Recurso eólico

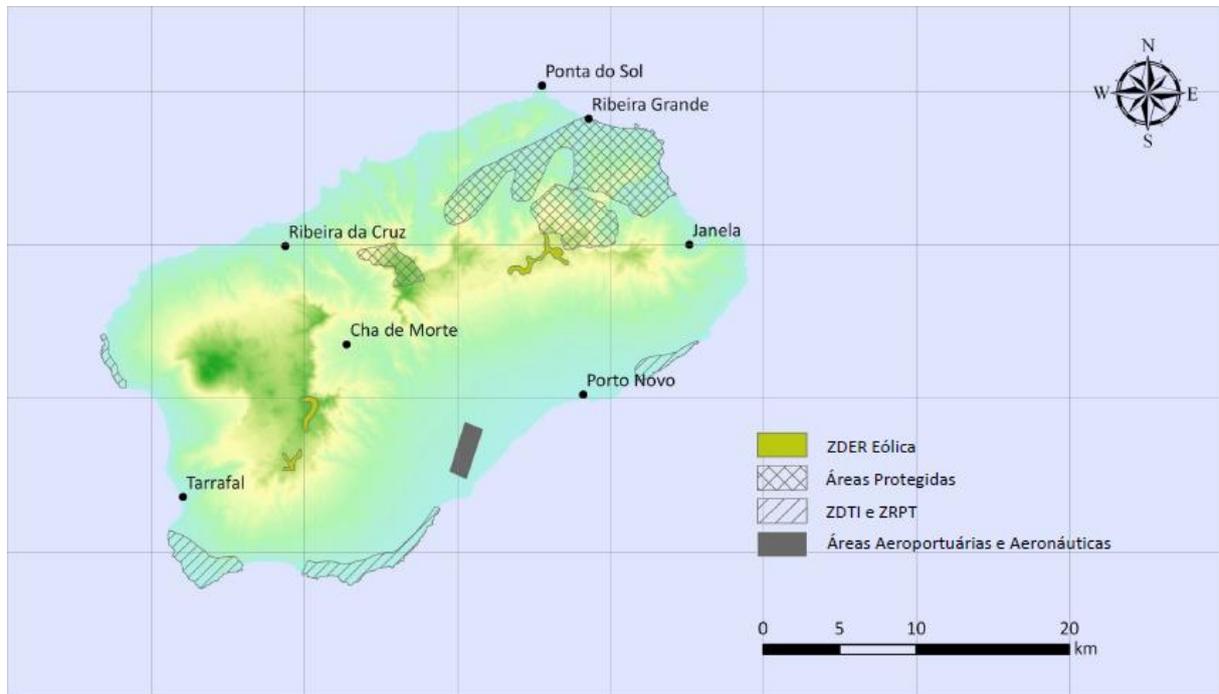


Figura 0.9 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

### - Recurso Solar

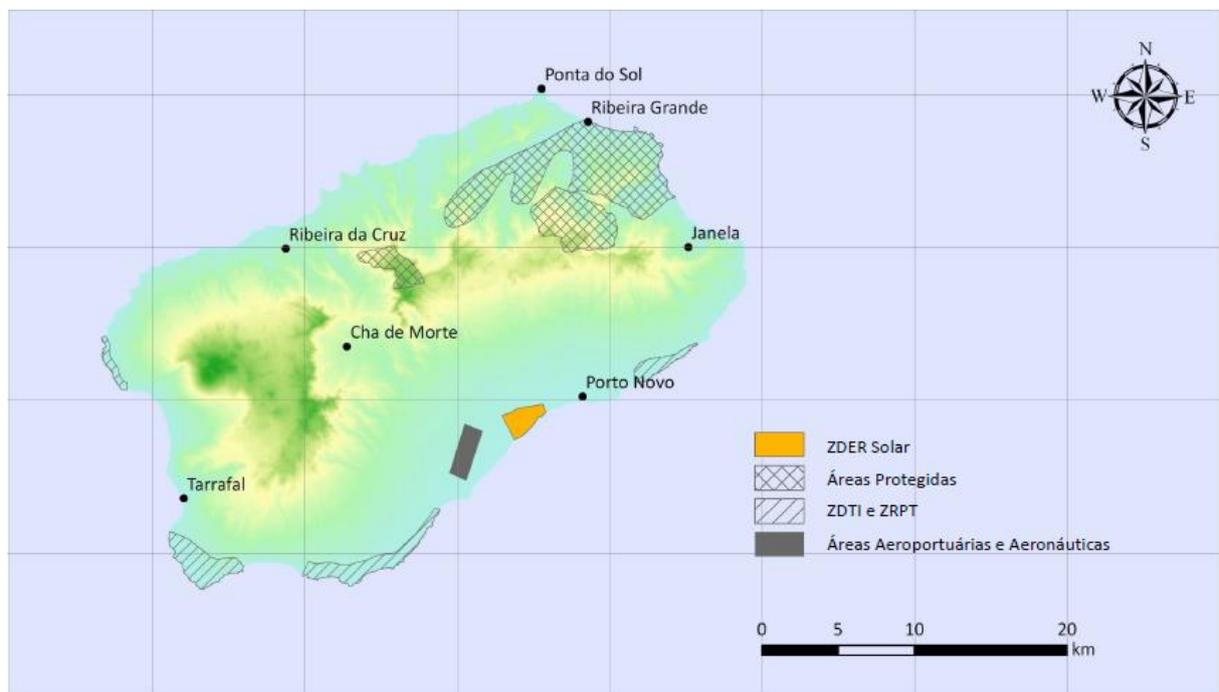


Figura 0.10 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Marítimo

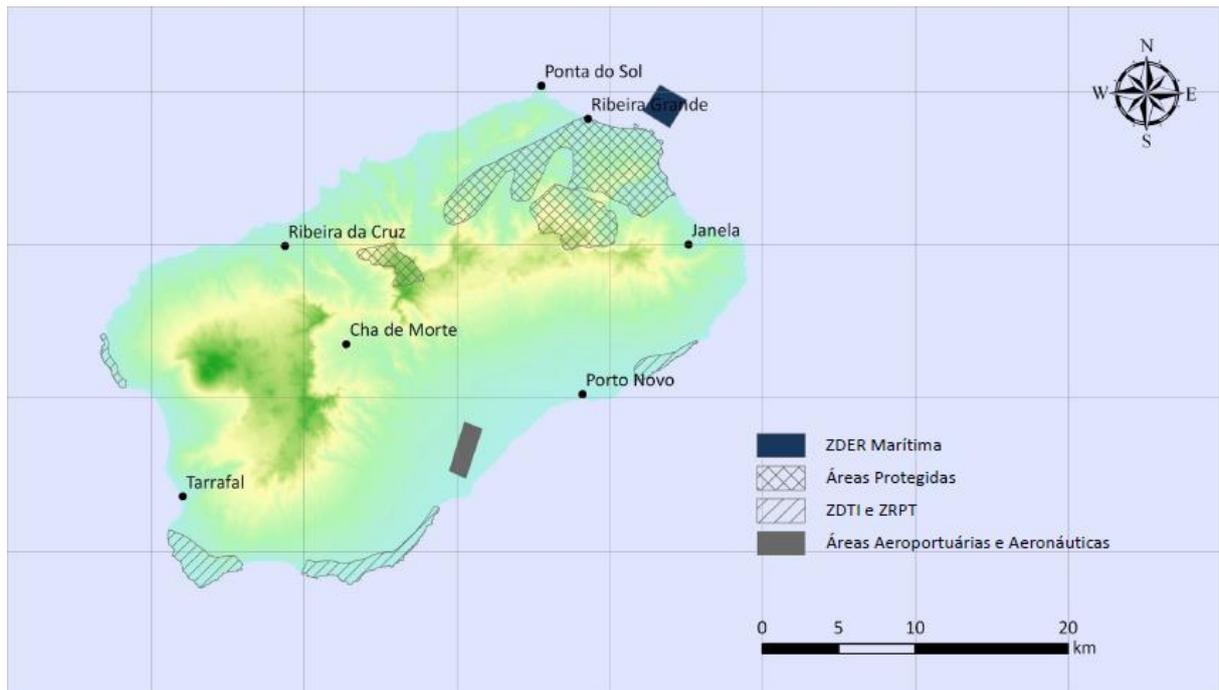


Figura 0.11 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha de Fogo

### - Recurso eólico

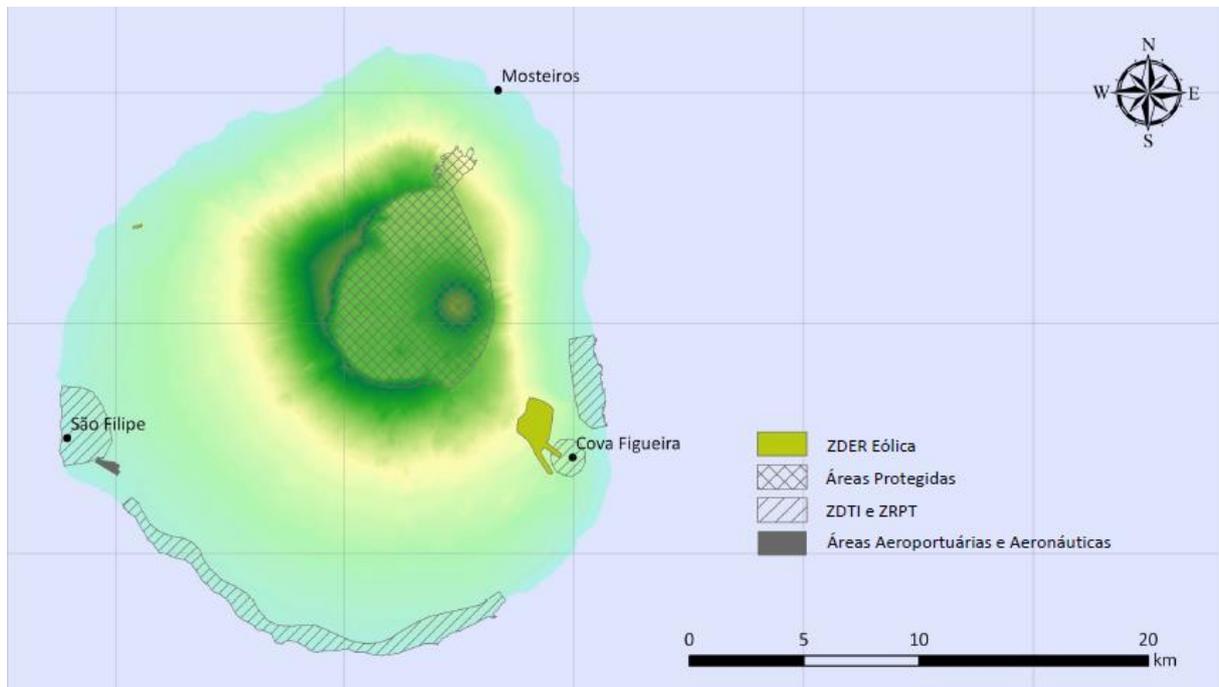


Figura 0.12 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Solar

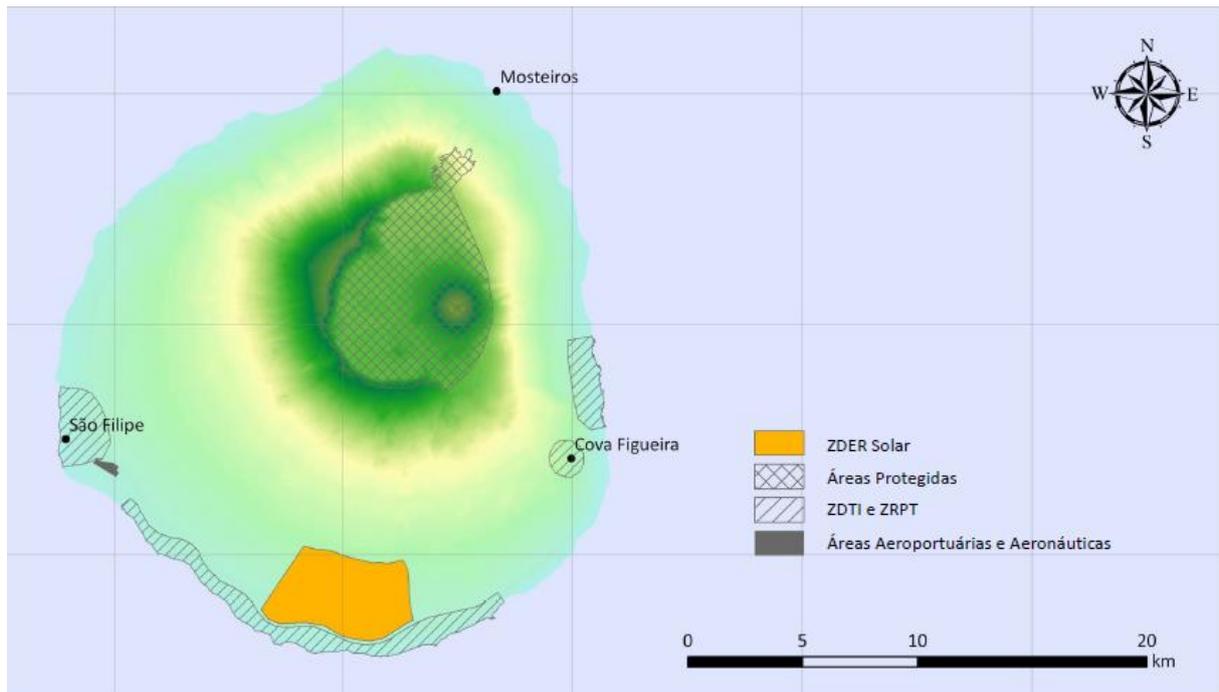


Figura 0.13 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Geotérmico

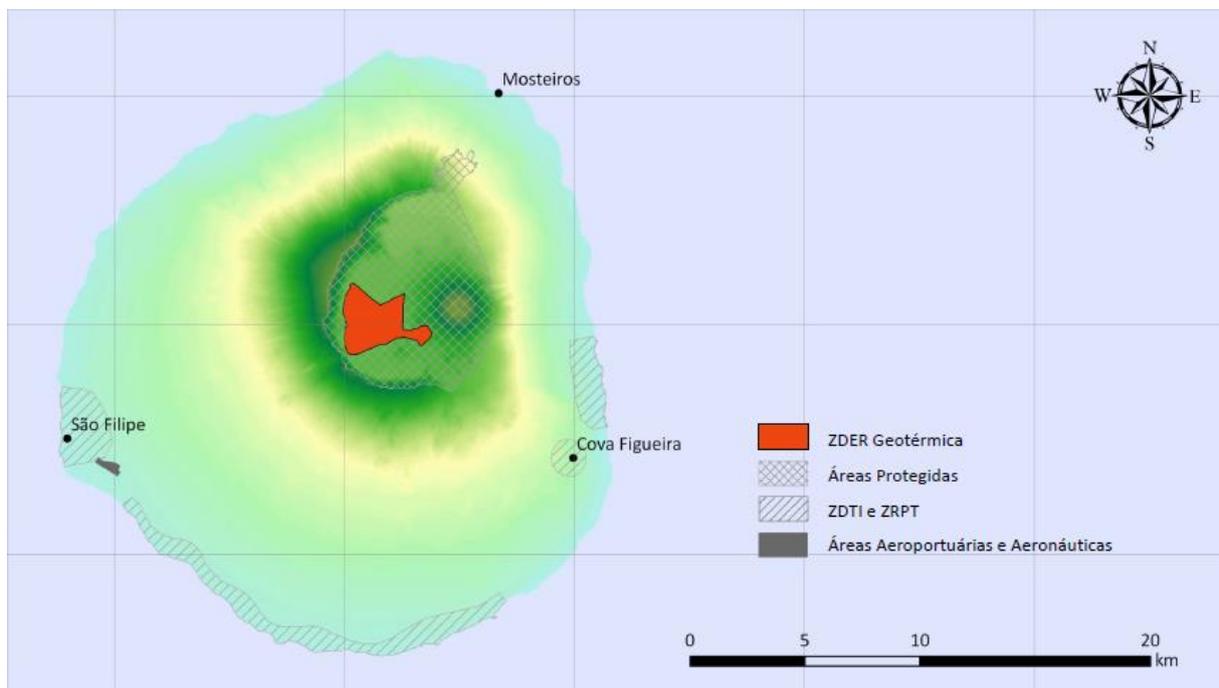


Figura 0.14 - Zonas desenvolvimento energia geotérmica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha de São Nicolau

## - Recurso eólico

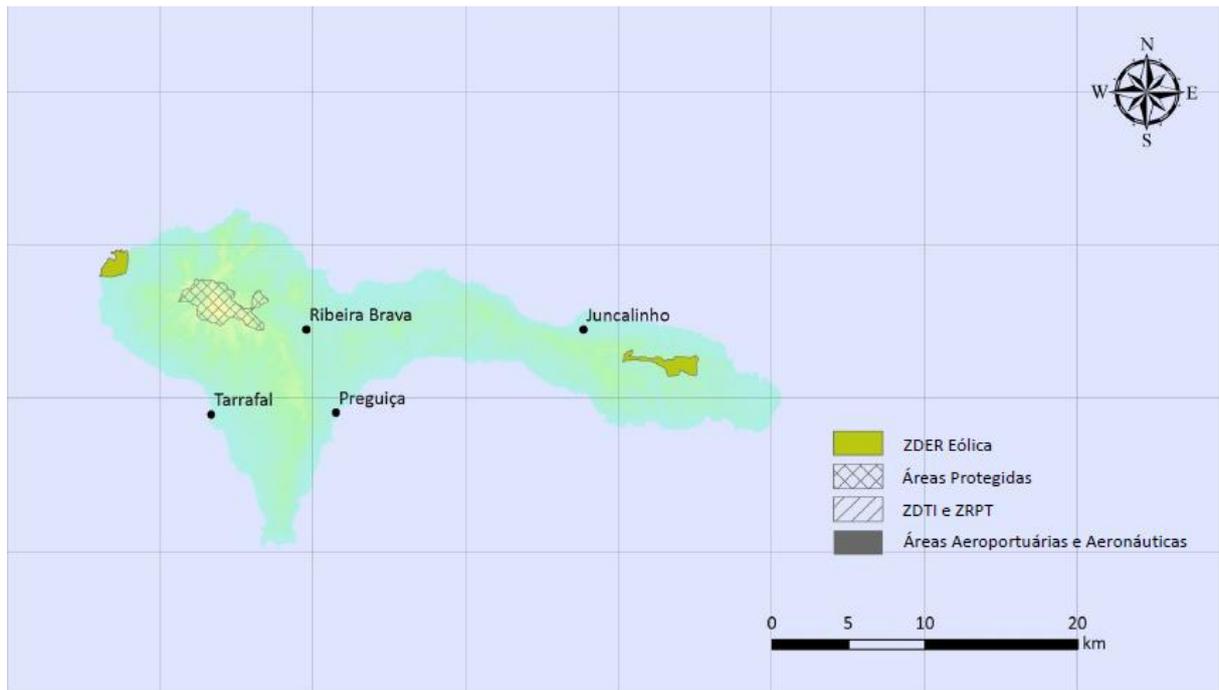


Figura 0.15 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## - Recurso Solar

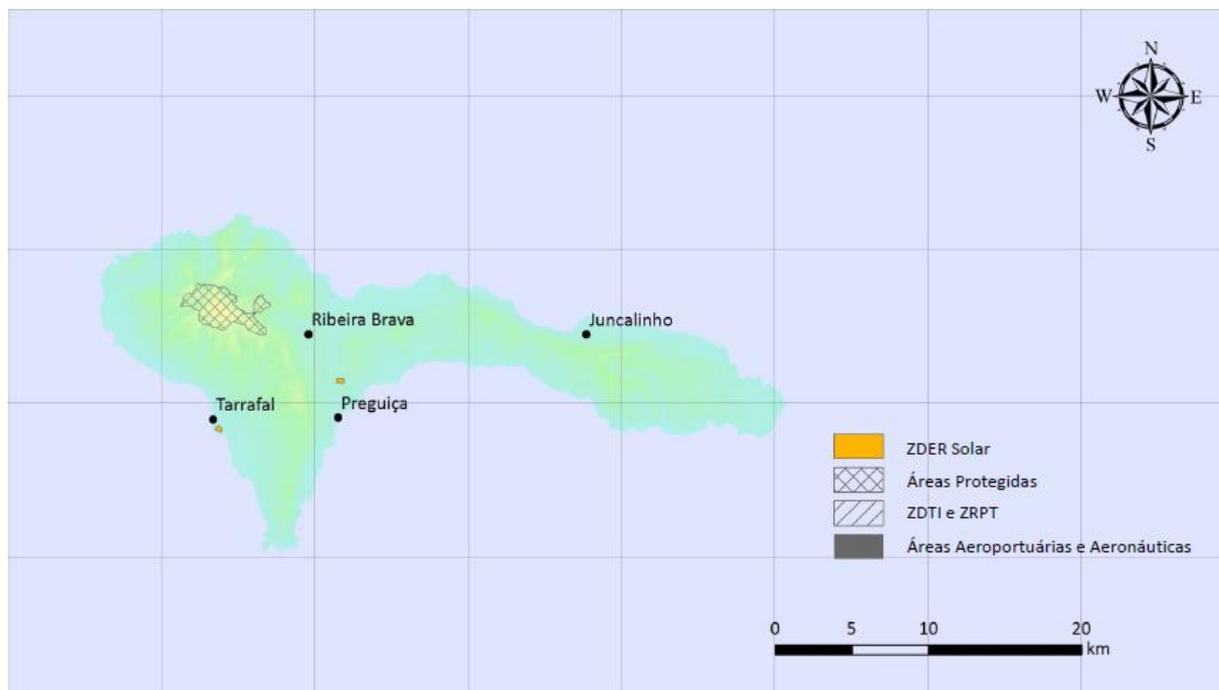


Figura 0.16 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha de Boavista

### - Recurso eólico

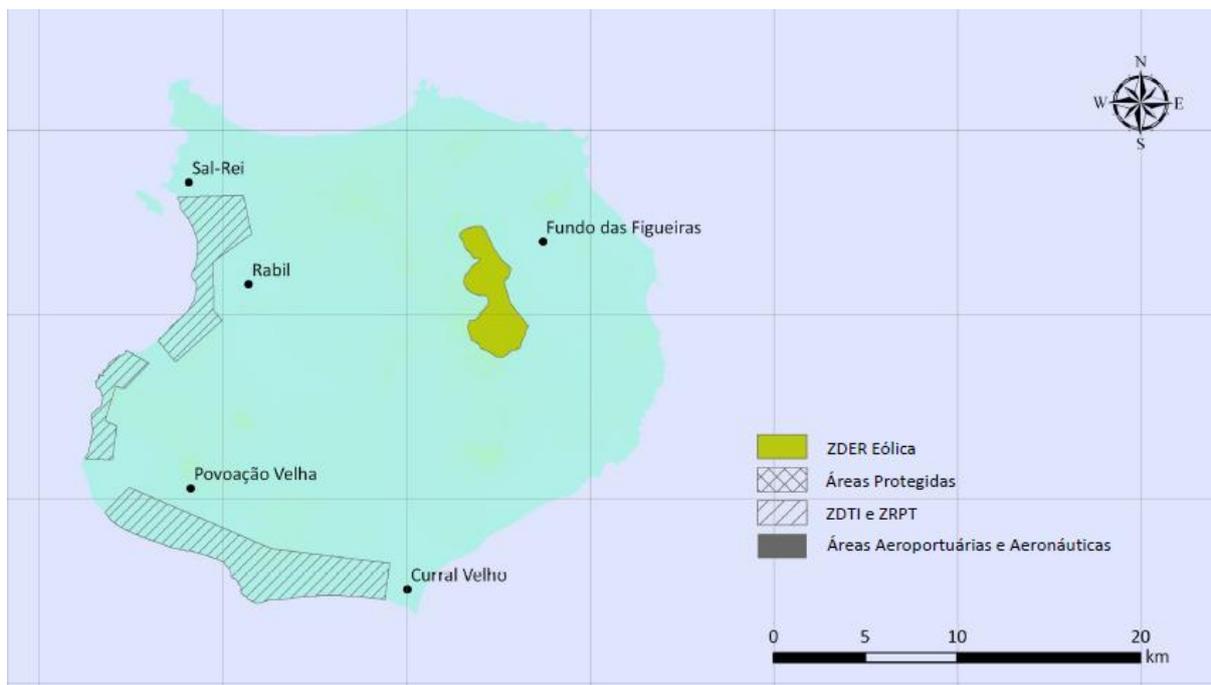


Figura 0.17 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

### - Recurso Solar

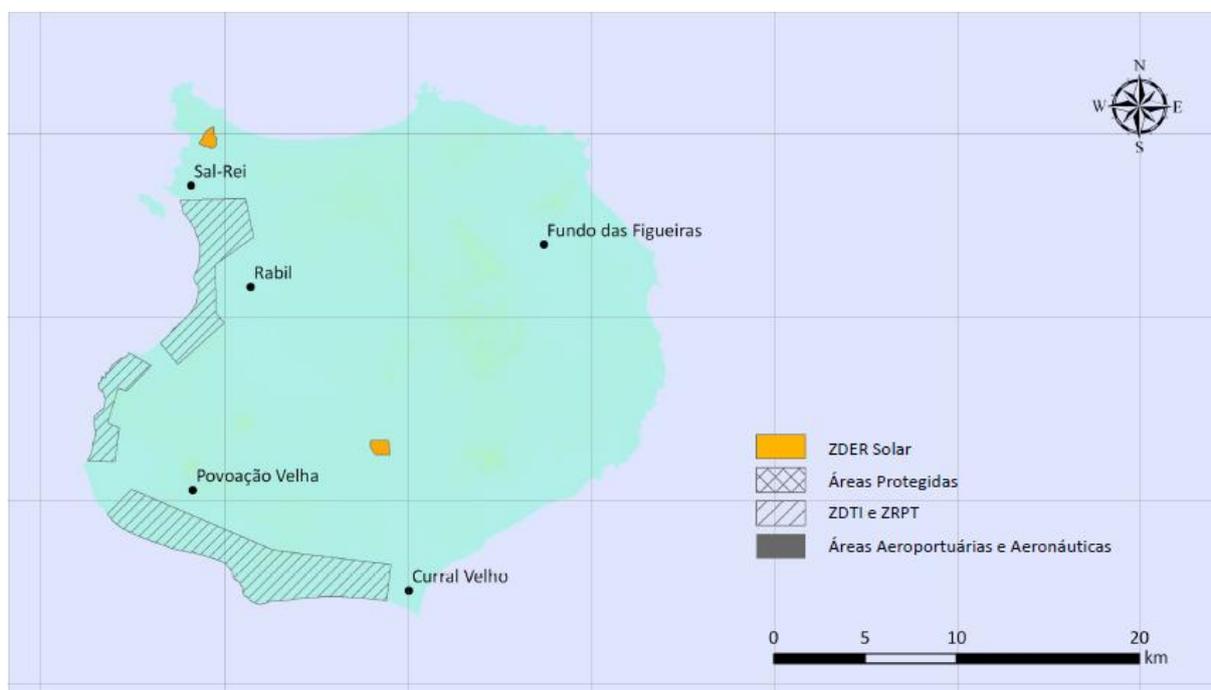


Figura 0.18 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

### - Recurso Marítimo

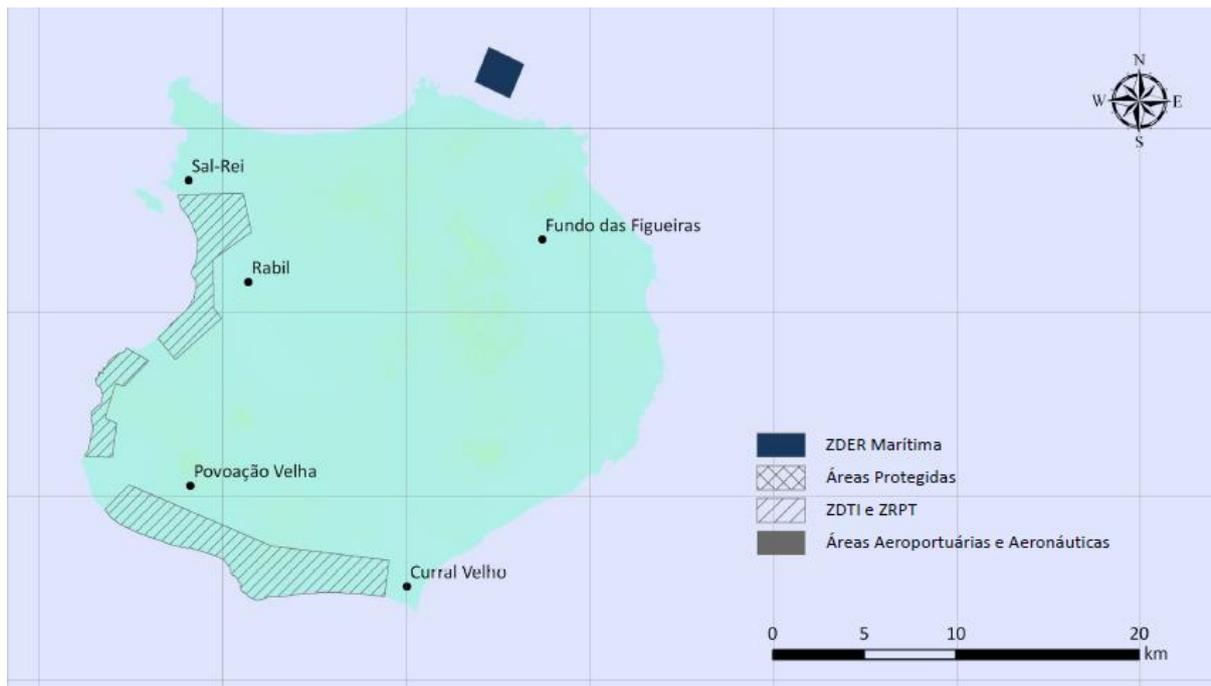


Figura 0.19 - Zonas desenvolvimento energia marítima. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha do Maio

- Recurso eólico

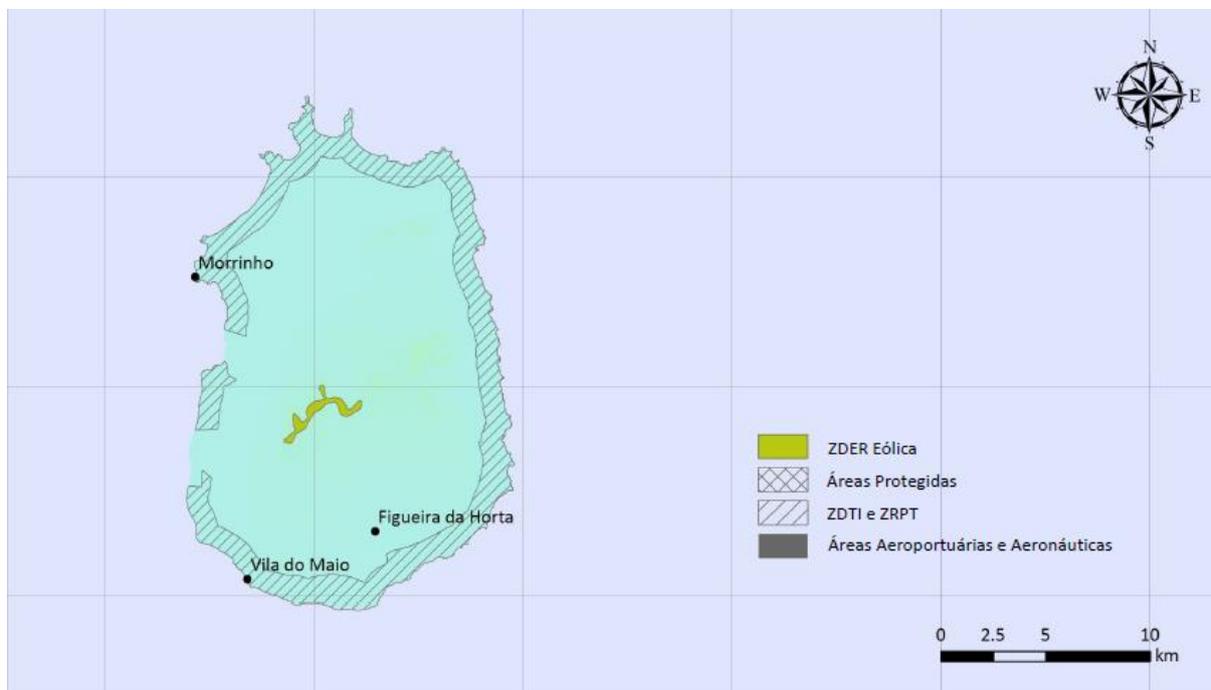


Figura 0.20 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

- Recurso Solar



Figura 0.21 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

## Ilha da Brava

- Recurso eólico



Figura 0.22 - Zonas desenvolvimento energia eólica. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

- Recurso Solar



Figura 0.23 - Zonas desenvolvimento energia solar. Fonte: (Gesto Energia, S.A., 2011).

O ordenamento territorial do país não oferece grandes entraves e as características ambientais, o estudo aprofundado do seu impacto é pouco significativo, sendo maioria delas dispensadas pelo ministério do ambiente. Face o enorme potencial apresentado pelo país, a política interna (DGE / ECREEE) com apoio e aconselhamento dos parceiros externo (no âmbito do projecto SE4ALLL) a opção passa por valorizar os estudos feitos pela Gesto *Energy solution* 2011. Recorrendo ao mapa podemos verificar várias zonas (figuras 4.1 a 4.23) identificadas dentro de cada tipo de energias renováveis e sua representação geográfica. A representação destes pontos constitui dados importante, a nível de escolha, dentro dos parâmetros sociais e técnicos envolvidos (disponibilidade energética, tecnologias a implementar, benefícios sociais, etc.) e assume-se de extrema importância, uma vez que funciona como cartão-de-visita para os decisores.

## II- Impactos da introdução das Energias Renováveis

Nos últimos anos, por exemplo, em 2010 a oferta interna total de energia bruta era de 2.340,7 GWh, no entanto para o ano 2013 aumentou para 2.311,0 GWh, tendo atingido um pico mais alto em 2011 de 2.477,2 GWh. A quebra verificada entre 2010 e 2013 foi, em grande parte, devido à introdução de parques de energias renováveis na produção de electricidade. Com efeito, a penetração de energias renováveis no sector eléctrico em Cabo Verde passou de 1,2% em 2010 para 20% em 2013 (figura 4.25), fruto da instalação de 26 MW de aerogeradores e 7,5 MW de painéis fotovoltaicos em 2010 (Costa, 2015).

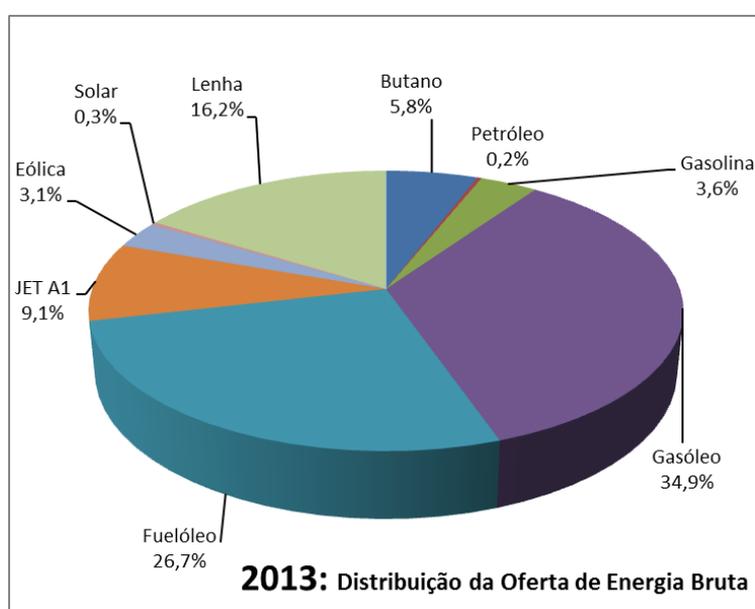


Figura 0.24 - Distribuição do uso de energia bruta em 2013. (Costa, 2015)

Na área das energias renováveis o maior produtor de energia eléctrica de origem eólica é a Cabeólica, S.A. uma parceria público-privada que iniciou a sua actividade em Cabo Verde em 2009. A empresa privada *ELECTRIC WIND* desenvolveu e explora um Parque Eólico, de 500 kW, na ilha de Santo Antão (Costa, 2015). Por outro lado, o mercado dos combustíveis, no qual se apoiou a produção de electricidade, encontra-se subdividido por duas empresas privadas: a *ENACOL* e a *VIVO Energy*, com representação em todas as ilhas. Aproximadamente 90% das vendas efectua-se nas ilhas de São Vicente, Sal, Boavista e Santiago (Costa, 2015).

### ➤ **Impacto no Sector dos Combustíveis;**

A energia consumida em Cabo Verde provém maioritariamente de derivados petrolíferos, Gás de Petróleo Liquefeito (GPL), gasolina, petróleo, gasóleo, fuelóleo e Jet A1. Produtos estes refinados como tal, energia secundária. Só a biomassa, a energia solar e a energia eólica, com um peso em torno dos 15% do consumo bruto, podem ser considerados energia primária, em Cabo Verde (Costa, 2015).

Vários são as razões para o decréscimo do consumo de combustíveis fósseis a, as energias renováveis apresentam como alternativas para colmatar esse decréscimo.

Para além das energias renováveis permitirem um crescimento económico (PIB), visto que o custo dos combustíveis são muito superior aos dos investimentos em projectos de energias renováveis, ainda há que realçar a poupança de emissões de dióxido carbono e outros hidrocarbonetos em números significativos, o que constitui um bem social com retorno económico, visto que podem ser convertido em títulos de carbono.

### **Exemplo do impacto de energias renováveis em Cabo Verde**

- Central Fotovoltaico - As duas centrais, das ilhas de Santiago e Sal permitem à redução do custo de produção, à melhoria da segurança de abastecimento e da balança de pagamentos. O projecto das centrais fotovoltaicas apresenta um conjunto de mais-valias muito importantes para a economia e imagem externa do país, evitando a emissão de 14 mil toneladas de dióxido carbono por ano e venda de Créditos de Carbono (CDM) em valor superior a 140.000 euros por ano (MTIE, 2010).
- Parques Eólicas - A empresa *Cabeólica* pauta pela sustentabilidade do ecossistema global, sendo a sua principal actividade a produção de energia eólica, contribui para reduzir, anualmente, a produção de mais de 60.000 toneladas de gases estufa em Cabo Verde (Cabeolica, 2012)

A figura 4.26 ilustra os ganhos de um sistema fotovoltaico relativamente a um sistema alimentado a combustíveis fósseis (Gerador a gásóleo). Onde podemos observar a curva de custo acumulado ao longo dos anos e ver o porquê de investir na em energias renováveis, energia solar, para além de evitar a poluição ambiental o retorno do investimento acontece num período aceitável.

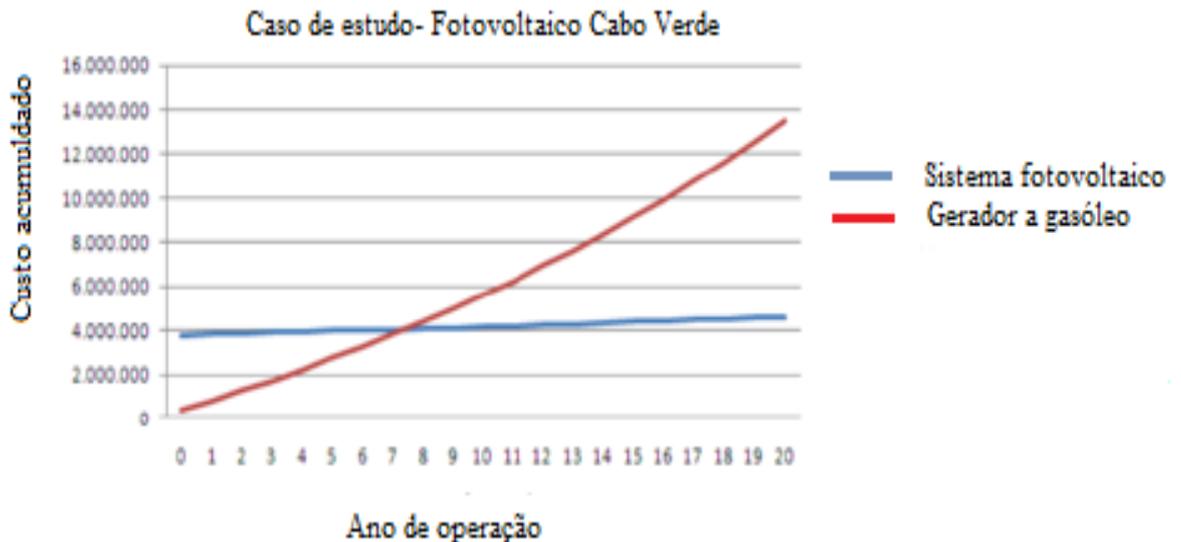


Figura 0.25 - Curva de custo PV e gerador a gásóleo. Fonte: (Grupo Martifer, 2010).

➤ **Impacto nas Receitas do Estado / na Balança Comercial;**

A energia é, na estratégia de Cabo Verde para o sector, um dos eixos de desenvolvimento e diferenciação competitiva. É naturalmente um elemento catalisador e facilitador do acesso das famílias a actividades geradoras de rendimento. Esta aposta na energia sustentável tem assumido a sua importância no âmbito da disponibilização de energia às famílias e às empresas. Na verdade, vários serão os impactes na economia e na sociedade cabo-verdiana:

- ✓ Redução da dependência energética;
- ✓ Redução do défice externo;
- ✓ Redução do peso da factura energética para as famílias e empresas;
- ✓ Desenvolvimento da inovação no sector energético cabo-verdiano;
- ✓ Desenvolvimento do sector privado na área de energia;
- ✓ Criação de competências de Prestação de Serviços a nível regional e internacional;
- ✓ Melhoria das condições de vida das famílias mais desfavorecidas;
- ✓ Conservação e valorização do frágil ecossistema;
- ✓ Redução substancial das emissões de gases de efeito de estufa;

- ✓ Criação de uma marca “*Green islands*” e uma mais-valia para o sector do turismo.

Cabo Verde poderá posicionar-se como provedor de serviços energéticos para a região da região económica da África do Oeste (CEDEAO), para os Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) e para os pequenos estados insulares (SIDS). O sector energético será, no futuro, um dos sectores chaves do crescimento económico em Cabo Verde, fonte de recepção de investimento directo do estrangeiro e da criação de riqueza (Costa, 2015). A economia cabo-verdiana passou de uma economia de subsistência baseada no trabalho da terra, para uma economia baseada nos serviços, principalmente no turismo.

Ao longo das últimas décadas, o sector terciário foi, paulatinamente, ganhando preponderância, enquanto o sector secundário e principalmente, o sector primário, quase que estagnavam (Figura 0.26.27). O consumo de energia per capita em Cabo Verde era em 2010 de 233 ktep/capita e, para cada 1.000 US\$ de rendimento, o país consumia 62,4 ktep. Aliado ao sector do turismo, onde a meta de 100% renováveis será uma mais-valia para atracção de turistas com sensibilidade ambiental (Costa, 2015).

Em 2010, o sector das energias renováveis representou 79 milhões ECV do PIB, registando uma diminuição em cerca de 39,6%, em relação ao ano de 2007 (figura 4. 26). Ou seja dos poucos projectos existentes, regista-se neste período uma quebra na produção, que se ficou a dever a reduzido investimentos realizados neste sector (Banco de Cabo Verde-BCV, 2012).

A figura 4.27 elucida a contribuição do sector das renováveis na formação do PIB, registando uma tendência decrescente entre 2009 a 2011, e uma projecção para um aumento exponencial em 2015 e 2020, passando a contribuir em cerca de 2.7% para a formação do Produto Interno Bruto.



Figura 0.26 – Evolução do sectorial do PIB em Cabo Verde (Milhões de ECV). Fonte: (Banco de Cabo Verde-BCV, 2012).

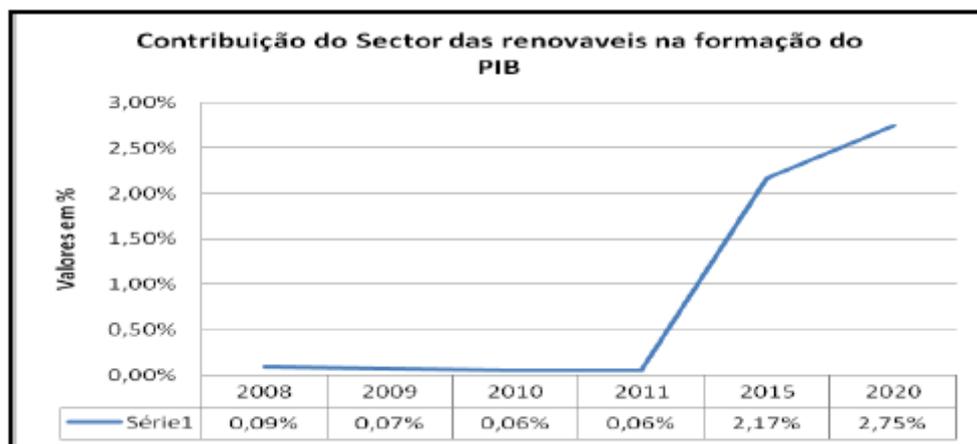


Figura 0.27 - Contribuição do Sector de Energias Renováveis na formação do PIB. Fonte: (David, 2012)

Nos últimos anos, o crescimento teve uma diminuição, com um ritmo anual de 4%. Esta estagnação deve-se ao número de novos clientes em conjunto com o abrandamento da economia.

Em 2010 foram produzidos cerca de 345.680 MWh, este valor, aumentou da produção aumentou para mais de 390.700 MWh no ano de 2013. Neste contexto, torna-se expectável que, num cenário de continuidade, o motor da procura de electricidade continue a ser o das famílias e o crescimento económico. A procura total de electricidade, num cenário de continuidade, crescerá a um ritmo de 6% ao ano até 2020, ligeiramente superior ao crescimento económico, tendo em conta que os investimentos em curso, na capacidade instalada, que pode permitir o desbloqueamento o consumo reprimido, propiciar um maior consumo durante esse período. A estimativa para a década 2020-2030 do crescimento do consumo final de electricidade aproxima-se do 6% anual, em linha com o crescimento económico, Figura 0.28 (Costa, 2015).

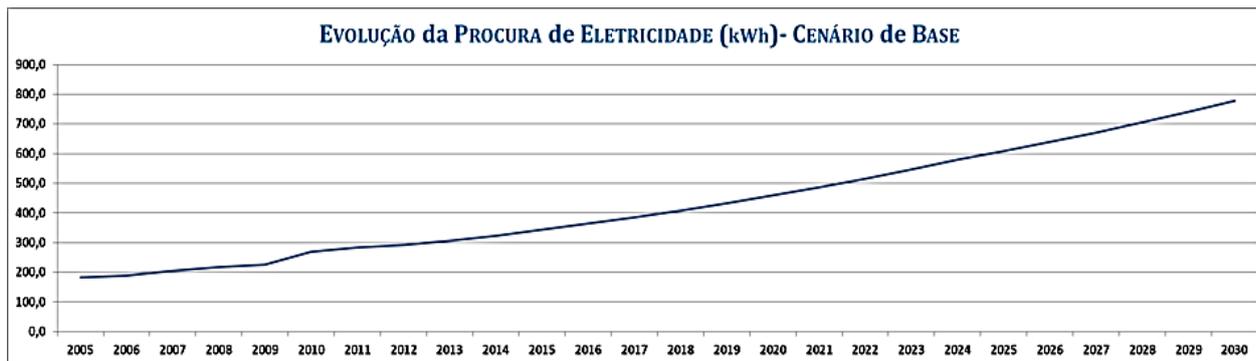


Figura 0.28 – Evolução da Procura Total de Electricidade em Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).

A produção de electricidade tem vindo a ser alvo de avultados investimentos e reestruturação com reforço de potência e integração de tecnologias de conversão de fontes de energias renováveis. A potência instalada cresce a ritmo acelerado, tendo-se verificado um salto de 109,2 MW em 2011 para 156,5 MW em 2012. Esta potência inclui 26 MW de aerogeradores e 7,5 MW de painéis fotovoltaicos (Costa, 2015).

Em 2013, 20% da electricidade produzida foi de origem renovável, tendo o remanescente sido produzido com derivados do petróleo, nomeadamente gásóleo e fuelóleo. Com a introdução do fuelóleo e substituição do gásóleo nas ilhas principais, a eficiência progrediu. Mas, a acção combinada desta substituição e da introdução de mais fontes renováveis no sistema electro produtor, levou a que houvesse uma quebra na procura total de gásóleo e, em menor dimensão, do fuelóleo (Costa, 2015). Por outro lado, o consumo da biomassa, a lenha, tem sido constante nos últimos anos, o que poderá sofrer uma quebra até 2030 em consequência da urbanização que se verifica em cabo Verde.

Assim, num cenário de continuidade, baseado na evolução histórica recente, a oferta de energia bruta crescerá moderada ao ritmo de 2,9% ao ano até 2020 e a 3,3% até ao ano de 2030, atingindo nessa altura, perto de 3 900 GWh, Figura 0.29, (Costa, 2015). No cenário base, o mix energético em Cabo Verde continuaria a ser predominantemente baseado em derivados do petróleo, com uma pequena quantidade de energia solar e eólica na produção de electricidade; e o consumo de biomassa para a cocção.

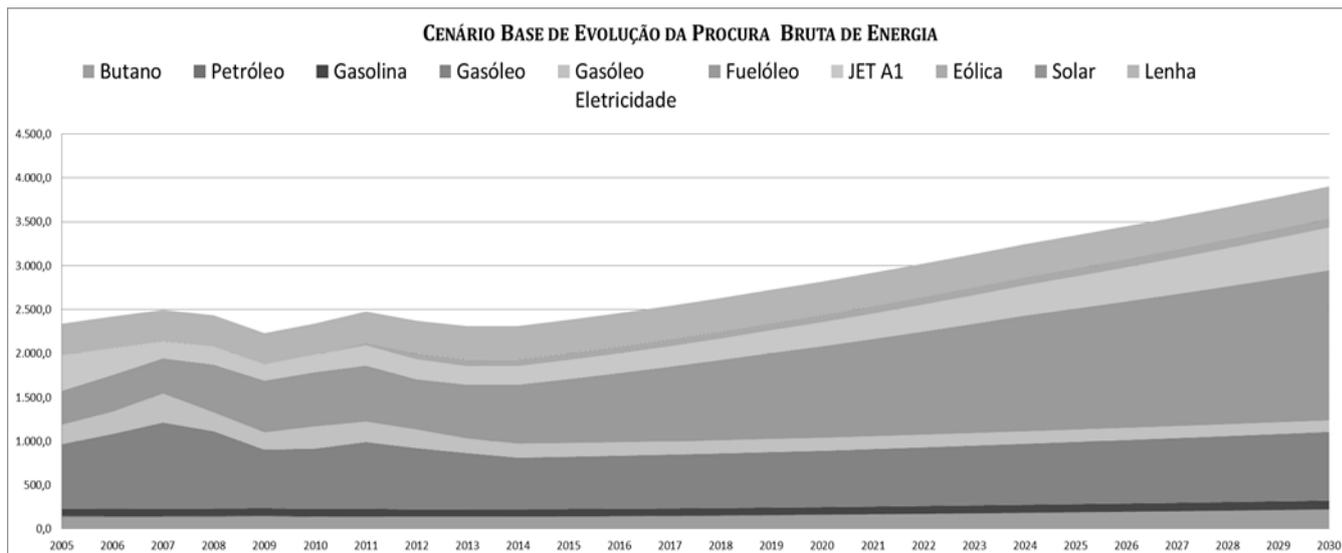


Figura 0.29 – Evolução da Oferta de Energia Bruta em Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).

Neste mesmo cenário, a procura total de energia final, que teve uma queda considerável em 2009 (com uma procura de 1.621,5 GWh), voltou a crescer para atingir um pico em 2011 (para 1.820,3 GWh) e cair novamente a partir de 2012, teria um crescimento moderado a partir de 2014 e até 2020 (para perto de 2 000 GWh), altura em que retomaria um crescimento sustentado até 2030 (2.731,7 GWh) (Figura 0.30).

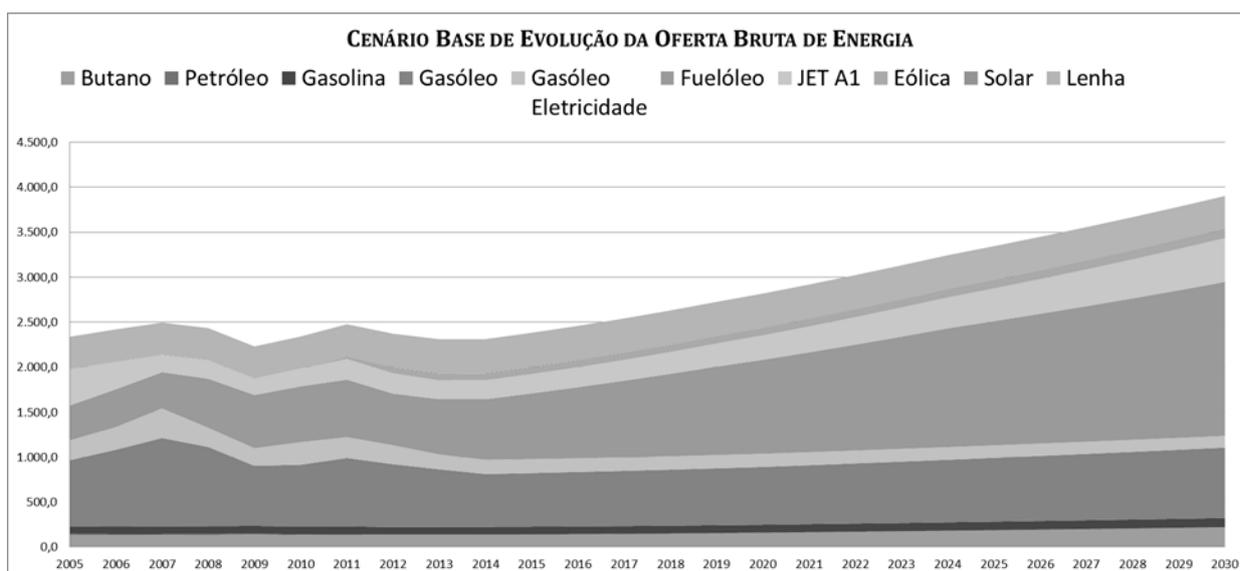


Figura 0.30 – Evolução da Oferta Total de Energia Final para Cabo Verde até 2030 (Costa, 2015).

O cenário de base para o gás e a lenha é baseado em hipóteses de alteração mínimas do uso pelas famílias. Depois do ligeiro recuo verificado nos últimos anos, a percentagem de famílias

que preferem o gás na cocção poderá aumentar ligeiramente no meio urbano, fruto da melhoria da economia, para mais de 91% em 2030. No meio rural, onde a queda foi maior, de 35,5% em 2010 para 33% em 2013, a retoma seria mínima, para os 34,6% de famílias rurais que preferem o gás em 2030. Tanto a gasolina como o gasóleo deverão, segundo as hipóteses assumidas, manter a trajectória de estagnação até 2020. Na década 2020-2030 a gasolina crescerá em média 1,5% ao ano face a 2% do gasóleo. O JET A1, na sequência do comportamento mais recente, segue a economia, retomando o crescimento ainda antes de 2020 (média de ao 3,5% ano) e acelerando entre 2020 e 2030, ao ritmo do crescimento económico (6% ao ano).

Desde a independência, Cabo Verde realizou um progresso constante tendo deixado de fazer parte da lista de países menos desenvolvidos desde 2008. Este sólido crescimento da economia, principalmente nestes últimos anos, deve-se de uma transformação significativa nos serviços nomeadamente liderada pelo sector do turismo. Para Oliveira (2003) existe uma relação directa entre a falta de electricidade e a renda da população, visto que, a capacidade de consumo por parte de algumas famílias em função da escassez de recursos financeiros, é favorecida pela ausência de energia eléctrica (Oliveira, Março 2003).

Cabo Verde encontrar-se bem encaminhado para cumprir os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM). A redução acentuada da pobreza tem sido complementada com uma significativa melhoria do acesso à educação e cuidados de saúde. Mas o país enfrenta desafios importantes tais como taxa de desemprego elevado, sobretudo entre os mais jovens, bolsas de pobreza e aumento das desigualdades. Neste contexto, as propostas de energias renováveis descritas revelam sempre um papel importante, uma vez que funcionam como indicadores para eventual investimento no sector energético. O desenvolvimento socioeconómico de Cabo Verde e, em particular no sector e dos serviços energéticos, tem sido consistente, com impactos visíveis no bem-estar das famílias. Chegados neste ponto, Cabo Verde optou, inserida na sua Agenda de Transformação para 2030, por uma alteração significativa rumo a uma trajectória mais sustentável, do ponto de vista ambiental e económico, do sector energético cabo-verdiano. A estratégia de construção de um futuro sem dependência de combustíveis fósseis apoia-se na necessidade de se promover a eficiência do sector energético, a mudança comportamental em relação a um recurso caro e não renovável e uma forte ênfase no aumento da penetração das fontes de energias alternativas. Nos últimos anos, alistou-se no programa de luta contra o aquecimento global e nas políticas de promoção de energias renováveis e eficácia energética e várias acções foram desenvolvidas de entre as quais se destacam:

- Cabo Verde rectificou o Protocolo de Quioto em 10 de Fevereiro de 2010;
- Participou na Conferência Internacional para a criação da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA) em 2008;
- Ainda, durante a 35ª cimeira dos chefes de Estado e dos Governos de CEDEAO de 19 de Dezembro de 2008, foi decidida a criação de um centro regional para as Energias Renováveis e Eficiência Energética a ter como sede a cidade da Praia.

Segundo Oliveira (2003) existe uma relação directa entre a falta de electricidade e a renda da população, visto que, a capacidade de consumo por parte de algumas famílias em função da escassez de recursos financeiros, é favorecida pela ausência de energia eléctrica.

O conhecimento detalhado do parque electroprodutor do país é essencial para a análise de cenários de penetração de Energias Renováveis e da adequabilidade de futuros projectos renováveis, quer ao nível da produção de energia (Solar, Eólica, Geotérmica, Hídrica, Bombagem, entre outros), quer ao nível da expansão e gestão da rede eléctrica.

O plano de investimentos para a modernização e ampliação do parque electroprodutor e reforços e expansão das redes de distribuição e transporte que a ELECTRA tem em curso, foi alvo de um estudo detalhado, que foi tido em conta na elaboração do referido Plano.

O actual sistema produtor de energia eléctrica regista uma instabilidade considerável, no que diz respeito à garantia de fornecimento de energia às populações, causada, essencialmente, pela ocorrência de falhas e avarias nos grupos geradores, bem como pela ocorrência de defeitos nas redes de transporte e distribuição. Neste âmbito, é objectivo da ELECTRA centralizar a produção de energia eléctrica na maioria das ilhas do arquipélago e constituir sistemas únicos de geração térmica de electricidade que garantam segurança no abastecimento de energia eléctrica.

### **III- Estudos Detalhados para se chegar à 30%/35% de electricidade de origem renovável em todas as ilhas (análise do potencial e da curva de carga, análise das opções tecnológicas, análise socioeconómica e financeira, *design* e dimensionamento).**

Este estudo teve como objectivo principal a avaliação do potencial de cada ilha, aplicando simulações através do programa Excel para estudos energéticos (programa desenvolvido pelo actual director geral de energia de Cabo Verde, Anildo Costa, com a particularidade da parte do estudo de energia solar a ser adaptado do *Homer*, o programa mas utilizado para estes tipos de estudos, de forma a poder comparar os resultados finais.), com adaptação de bases de dados pelo actual director geral de energia de Cabo Verde e coordenador do núcleo de energias renováveis e eficiência energética, Anildo Costa. Numa primeira fase procedeu-se a percepção do funcionamento da base de dados, inteirando completamente no assunto e obtenção de cada parâmetro.

O objectivo traçado era estudar todas as ilhas no entanto devido a pouca disponibilidade dos dados, para esse efeito não foi possível. Como tal, o estudo centrou-se na implementação de energia eólica e solar, em comparação com os já existentes, geração de energia por combustíveis fósseis na ilha de Boavista.

## Ilha Boavista

A ilha situa-se a 445 km da costa Africana, com a superfície de 620 km<sup>2</sup>, representa a terceira maior ilha do país. Segundo o Censo de 2010, a população da ilha é de 9.162 habitantes (SDTIBM, s.d.). Nestes últimos anos, tabela 4.1, a ilha registrou maior aumento no consumo de energético, devido ao forte investimento turístico da região. No vertente renovável, concretamente energia eólica, apresenta-se como uma das ilhas que dispõe da utilização/penetração de energia renovável e ótimas condições para futuras instalações.

Para a referida simulação os dados de entradas foram os seguintes, a latitude local, amostra horária das temperaturas durante um ano (2007), amostra horária da velocidade do vento, radiação média horizontal, características dos equipamentos a instalar, etc. Os tipos de energias renováveis envolvidos no estudo foram a energia solar e eólica, pela elevada taxa de disponibilidade. Os dados da simulação<sup>1</sup> foram comparadas aos dados actuais de consumo de combustível referente ao ano (2014). Tecnologias utilizadas para a simulação, energia solar, painel de 250W, energia eólica, aerogeradores da *Vesta* (V52), de potência 850kW, por adaptarem as condições do país, em que a maioria das ilhas as estruturas portuárias não permitem receber equipamentos de grandes dimensões.

### Dados energéticos Ilha de Boavista

Indicadores	2003	2013	Var.%. 2003- 2013
<b>Potência instalada (kW)</b>	78554	140581	78,96%
<b>Produção (kWh)</b>	198658184	390707685	96,67%
<b>Taxa de cobertura (%)</b>	61%	96%	57,38%
<b>Procura (kW)</b>	36889	69895	89,47%
<b>Consumo <i>per capita</i> (kWh)</b>	370,5008595	712,61	92,34%
<b>Produção <i>per capita</i> (kWh)</b>	437,7871646	762,84	74,25%
<b>Energia disponibilizada (kWh)</b>	168125139	364978915	117,09%
<b>Perdas de energia (kWh)</b>	35624367	102136853	186,71%
<b>Perdas de energia (%)</b>	0,211891971	0,27984316	32,07%
<b>Black-out (nº)</b>	45	25	-44,44%
<b>Black -out (min)</b>	1844	1436	-22,13%
<b>PIB (bilhões de ECV)</b>	92185	140984	52,94%
<b>Clientes de energia (nº)</b>	65539	141334	115,65%

Tabela 0.1 – Evolução energético da ilha Boavista 2003-2013. Fonte: Águas e Electricidade de Boavista (AEB)

1-Dados da simulação anexo C (extensão em versão digital devido ao tamanho do ficheiro)

Representação dos dados energéticos da ilha do Boavista relativamente a 2013, tabela 4.2, onde ainda se encontra apresentado o consumo de combustíveis fósseis na produção de energia, aproximadamente 83%.

		Dados de 2013	
		Unidade Medida	AEB
<b>Potência Instalada</b>	Fuel 180	kw	3.000
	Eólica	kw	2.550
	Gasoleo	kw	6.400
<b>Produção (kWh)</b>	Fuel 180	kWh	13.536.530,00
	Eólica	kWh	5.082.570,00
	Gasoleo	kWh	11.915.426,15
<b>Consumo de Combustíveis na produção de energia</b>	Gasóleo	Litros	3.285.600,00
	Fuel Oil	Kg	3.233.000,00
	Fuel Oil	Litros	-----

Tabela 0.2 – Dados energéticos referentes a 2013. Fonte: Águas e Electricidade de Boavista (AEB)

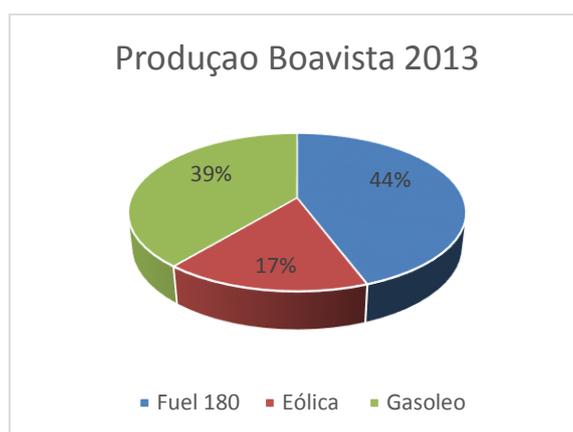


Figura 0.31- Representação gráfica da produção de energia

Para chegar aos 30% ou 35% de energias renováveis, basta duplicar o parque electroprodutor de energias renováveis. Ainda de referir que o AEB é a subconcessionária da ELECTRA que explora a Ilha de Boavista no sector energético.

## Sector Eficiência Energética

O conceito eficiência energética ganhou ênfase cada vez mais nos últimos anos, a necessidade de controlar, reduzir ou ainda dar o melhor uso possível de energia de forma eficiente (gastar menos possível para atingir a mesma finalidade). Actualmente pode ser considerado como uma espécie de fonte renovável. Em Cabo Verde a aplicação deste conceito vem sendo abordado há algum tempo, com campanhas de sensibilização na poupança de energia como é o exemplo “*Ilumine esta ideia*” em 2009). Apenas, em 2015 foi criado um plano direccionado para este fim, plano esse (PNAEE 2015-2030) que se encontra a ser implementada. Os edifícios da administração pública são prioritários no âmbito deste projecto, encontrando em fase de monitorização.

## Actividades complementares

- **Visita parque solar Palmarejo Grande (Praia)**

O parque fotovoltaico tem como principal objectivo a produção de energia eléctrica através da transformação de radiação solar. De entre as muitas vantagens que um sistema deste tipo possui podem evidenciar-se, por exemplo, o facto de ter uma fonte inesgotável e apresentar um reduzido impacto ambiental. O caso particular da execução de uma instalação fotovoltaica em Cabo Verde toma especial importância, visto que a produção de energia eléctrica localmente é efectuada essencialmente à base de combustíveis fósseis. De modo a fazer face ao crescente consumo deste tipo de combustível, a exploração de energias alternativas, em particular energia solar, torna-se uma alternativa viável para o país uma vez que apresenta elevados índices de radiação solar.

O parque fotovoltaico de Cabo Verde situa-se na ilha de Santiago, na localidade de Palmarejo Grande. A instalação fotovoltaica apresenta uma área de 13,2 hectares, constituído por estrutura metálica fixa com 10944 módulos fotovoltaicos, que estabelece uma potência nominal de 4,28 MWp e 4,44 MWp de potência pico. Os painéis apresentam células solares poli-cristalinas, 60 células de 6 polegadas, vidro temperado texturado, inversores *sunny*, com monitorização de cada *string* (figura 4.31).



Figura 0.32- Central fotovoltaico Praia. Fonte: (Santos, 2011)

- **Visita ao Centro Energias Renováveis e Manutenção Industrial, CERMI.**

O Centro Energias Renováveis e Manutenção Industrial, CERMI dedica-se formação e ensino de técnicos da indústria das Energias Renováveis. Neste contexto, foi proposto um desafio na concepção dos sistemas para este edifício. Para tal, aproveitou-se a abundância de Sol e Vento para projetar um edifício auto sustentado (figura 4.32), utilizando diversos tipos de sistemas. Sistemas de ventilação natural nos espaços de ensino, dimensionados através de estudos CFD que permitiram modular e otimizar o desenho Arquitectónico do edifício. O sistema principal de Climatização baseou-se num *Chiller* de Absorção, alimentado por água quente produzida em painéis solares térmicos. O edifício dispõe ainda de um parque Fotovoltaico e Eólico, garantindo grande parte da produção energética necessária ao seu funcionamento. Ainda apresenta um painel controlador, onde estão sujeito o registo do consumo, produção e contribuição de cada unidade, de forma detalhada e instantânea.



Figura 0.33 - Centro de Energias Renováveis e Manutenção Industrial. Fonte: (Vier, 2014)

- **Visita a localidade de Mosquito de Horta**

A electrificação rural por sua natureza constitui-se um problema para a distribuição de energia (Pelegriani, et al., 2000). As distribuidoras de energia vêm como uma extensão das actividades normais da empresa para mercados distantes e dispendiosos a distribuição de energia para as zonas rurais (Santos, et al., 2014).

A electrificação das zonas isoladas têm apresentado muitos condicionantes, que justificam a implementação de energias renováveis, o afastamento das regiões urbanas, a irregularidade do ordenamento territorial, e principalmente a difícil de acessibilidade. No âmbito energia sustentável para todos, a visita teve como objectivo averiguar o funcionamento do candeeiro solar instalado na referida localidade, e obter opiniões junto dos beneficiários, sobre o mesmo. A localidade é constituída por 10 moradias, a visita foi realizada com o acompanhamento do

coordenador da UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization*) em Cabo Verde, Sr, Eng. Rui Levi e do comissário do parlamento Europeu, um dos principais parceiros na implementação destes equipamentos (figura 4.33).

O grau de satisfação apresentada pela comunidade durante a visita foram satisfatórias. Sabe-se que o desenvolvimento de tecnologias como a fotovoltaica, para a produção de energia eléctrica, e da tecnologia de díodos emissores de luz, para uso como fonte luminosa, permitiu a sua integração na concepção de candeeiros de iluminação pública. Tais factos vieram também trazer novos desafios aos projectistas de candeeiros de iluminação pública, principalmente ao nível do dimensionamento eléctrico e da certificação dos produtos (Neves, 2014).



Figura 0.34 - Candeeiro Solar Mosquito de Horta. Elaboração própria.

A iluminação pública solar consiste, basicamente, em candeeiros que são incorporados em painéis fotovoltaicos que captam a energia luminosa proveniente do sol e convertem em energia eléctrica, armazenada em baterias recarregáveis. Esta opção é bastante vantajosa para locais remotos ou de difícil acesso, pois apresentam um custo de produção inferior ao da electricidade (Neves, 2014).

- **Parecer – Projecto central fotovoltaico Cutelo jardim – São Filipe, ilha do Fogo**

Na ilha do Fogo foi instalado um central fotovoltaica, Cutelinho Jardim – São filipe, com capacidade de produção de 180 kWp, para alimentar três furos e uma estação elevatória, visando bombagem 93m<sup>3</sup>/h dos referidos pontos de água. Baseado no decreto de lei 1/2011 e demais

leis que promovam a produção independente, pretendem injectar energia na rede com a aprovação da Direcção Geral de Energia.

### Características da central

O Central Fotovoltaica de concentração recorre à tecnologia de concentração da *Magpower*, figura 4.34. Este sistema é dos mais avançados tecnologicamente, uma vez que o painel segue a orientação do sol de forma a garantir grande eficiência na produção de energia. Os sistemas *tracker* na sua constituição apresentam equipamentos de suporte aos painéis que são vitais no seu bom funcionamento (Motores eléctricos, articulações e estrutura dos eixos).



Figura 0.35 – Sistema *Magpower*. Fonte: (Magpower S. A., 2011)

### Vantagens

- ✓ Temperaturas elevadas que são alcançadas. As altas temperaturas são adequadas para a produção de energia.
- ✓ Boa eficácia. Através da concentração da luz solar nos sistemas correntes consegue-se maior eficácia do que através de simples células solares.
- ✓ Pode ser abrangida uma área mais ampla através da utilização de espelhos relativamente baratos ao invés de usar células solares caras.
- ✓ A luz concentrada pode ser direccionada para um local adequado através de cabos de fibra óptica. Por exemplo a iluminação dos edifícios.
- ✓ O armazenamento do calor para produção energética, durante condições de tempo nublado ou até mesmo de noite, podem ser conseguidas muitas vezes através de

armazenamento em tanques subterrâneos de fluidos aquecidos. Sais derretidos já foram usados com efeitos produtivos.

### **Os sistemas concentradores apresentam desvantagens assinaláveis.**

- ✓ Os sistemas concentrados requerem o seguimento do sol para manter o foco da luz solar no colector.
- ✓ Incapacidade de fornecer energia em condições de luz difusa. As células solares são capazes de fornecer alguma saída mesmo que o céu fique um pouco enublado.
- ✓ A sua constituição requer uma manutenção mais cuidada (articulações e os componentes directo as mesmas).

### **Recomendações**

Há que assegurar as condições mínimas necessárias:

- Manutenção do equipamento;
- Responsável (acompanhamento diário);
- Saber o estado em que se encontra a instalação (funcionamento em si);
- Garantir que haverá um controlo (de forma a aproveitar o máximo o sistema);
- Informar junto a Electra o estado actual da rede eléctrica e os projectos futuros;

Na sequência do parecer foi feita uma visita ao local e constatou-se debilidades, mau funcionamento dos painéis, módulos estragados devido a infiltração da água, a necessitarem de ser substituídas, entre outros itens a ser resolvido entre as partes, a instaladora, o beneficiário e ainda a *Electra* responsável pela rede local.

- **Formação no âmbito da Alteração Climática (projecto na cooperação)**

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios que o mundo enfrentará neste século. São uma ameaça à realização dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), e podem inverter significativamente os progressos realizados até à data no desenvolvimento humano, especialmente nas comunidades mais pobres e mais vulneráveis. Os processos de planeamento

para o desenvolvimento devem, portanto, esforçar-se para fazer face aos impactes diversos e complexos das mudanças climáticas (PNUD, 2010).

As alterações climáticas constituem uma realidade actual, muito por culpa das acções praticadas pelo homem. O projecto integração da adaptação às mudanças climáticas na cooperação (IAC) teve como objectivo reforçar os pontos focais das alterações climáticas, bem como ao nível dos diversos sectores fundamentais de mudanças climáticas.

A alteração climática refere-se a qualquer mudança no clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural ou como resultado da actividade humana, Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC/ONU, 2007).

As medidas de luta contra as alterações climáticas a longo prazo permitirão poupar recursos financeiros, mesmo que seja necessário fazer agora alguns investimentos. Efectivamente, não podemos ficar inactivos. O economista britânico Lord Stern, num relatório influente, advertia que as alterações climáticas teriam um impacto negativo crescente para a economia mundial caso não fossem tomadas medidas para as combater. O autor estimava que as alterações climáticas teriam custos anuais de pelo menos 5% do produto económico mundial (produto interno bruto, ou PIB) e que esses custos poderiam aumentar para 20% ou mais, a longo prazo. O impacto económico seria semelhante ao de uma guerra mundial ou ao da Grande Depressão, a crise económica global da década de 1930. Lord Stern estimava, por outro lado, que as medidas necessárias para controlar as alterações climáticas custariam apenas o equivalente a 1% do PIB (Comissão Europeia, 2009).

O enquadramento de Cabo Verde na problemática das alterações climáticas foi um dos grandes objectivos dos formadores, os vários aspectos identificados, assim como os vários parâmetros de avaliação, como a vulnerabilidade, adaptação, etc., e ainda com visitas as situações pontuais de casos de alterações climáticas no país como a intrusão salina e a barragem de Poilão afectada pela seca.

As projecções disponíveis sugerem manifestações dos impactes do clima que agravarão as pressões já existentes sobre o desenvolvimento do arquipélago e nos esforços de redução da pobreza. Esses impactes variam desde a erosão acelerada e danos à infra-estrutura ao longo da costa como resultado da subida do nível do mar, a condições muito mais difíceis para a manutenção da agricultura e segurança local (PNUD, 2010).

Cabo Verde é um exemplo perfeito de vulnerabilidade às mudanças climáticas. A insularidade do arquipélago e as características climáticas (comum à região do Sahel) efeitos graves sobre

aos já sensíveis ecossistemas, bem como as pessoas que dependem deles, devido às mudanças climáticas (PNUD, 2010).

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios que o mundo enfrentará neste século. São uma ameaça à realização dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), e podem inverter significativamente os progressos realizados até à data no desenvolvimento humano, especialmente nas comunidades mais pobres e mais vulneráveis. Os processos de planeamento para o desenvolvimento devem, portanto, esforçar-se para fazer face aos impactes diversos e complexos das mudanças climáticas (PNUD, 2010).

- **Formação solar térmica**

A Formação solar térmica, uma das primeiras formações a serem realizadas no CERMI, onde o objectivo passou pelas demonstrações de forma de aproveitamento da energia solar, na produção de água quente sanitária e produção do frio, apresentando várias tecnologias, e com demonstrações técnicas. Os parceiros envolvidos, ECREEE (Centro de Energias Renováveis e Eficiência Energética, Costa Ocidental Africana), AEE INTEC (*Institute for Sustainable Technologies*, Áustria) e INES (*Institut National de L'energie Solaire*, França).

O projecto, Soltrain-West Africa, é um programa a com duração de 4 anos (2015 – 2015), com o grande propósito na capacitação e formação em pracearias com universidades, centros de formação politécnicos em cinco países da costa ocidental africana, Cabo Verde, Burkina Faso, Gana, Nigéria e Senegal (AEE - Institute for Sustainable Technologies from Austria for SOLTRAIN West Africa, 2014). Para além da apresentação das tecnologias foram facultados o uso do programa *Retscreen*, um simulador para os edifícios e pequenos projectos de solar térmicos. Onde o objecto de estudo foi um hotel, e da simulação obteve-se o sistema a instalar, oferecendo as condições necessárias. O programa em si é muito intuitivo, os dados apresentados inclui modelo energético, análise de custos, análise de emissões, análise financeira e análise de risco. O que permite análises comparativos no caso de uso de um sistema convencional, período de retorno, etc.

Durante a formação deu-se a demonstração prática no terreno das funcionalidades destes tipos de aproveitamento, especificamente o uso de solar térmica na produção do frio e água quente sanitário, edificio CERMI, com a apresentação do modo funcional e todos os componentes do sistema, por parte do Eng. responsável da parte técnica do edifício.

- **Criação de um modelo estratégico para aplicação de eficiência energética na administração pública.**

A necessidade da racionalização do uso de energia torna-se essencial o seu conhecimento público, não só como tarefas dos responsáveis governamentais mas também de todos nós que usufruímos do uso da mesma. A eficiência energética tem sido um dos primeiros passos ou se quisermos podemos considerar como primeira fonte renovável actualmente (ADENE, Outubro de 2013 (versão digital)).

O documento em si visa a implementação de estratégias, para uma maior racionalização de energia no sector da administração pública. Neste contexto as ideias fornecidas, passavam essencialmente no sentido de criação de uma estrutura interna (DGE), focalizado na problemática da eficiência energética, com as tarefas bem definidas e ainda criação de condições necessárias para a realização dos estudos (disponibilização de equipamentos, historial do consumos recentes, e outros dados necessários).

## Conclusão e Perspectivas futuras

Os últimos anos trouxe um crescimento significativo das energias renováveis a nível global. No que concerne a produção energética, capacidade instalada, e número de investimento, o crescimento tem sido constante, posicionando várias tecnologias de energia renovável como parte integrante da matriz energética actual.

Nos países em vias de desenvolvimento as políticas de implantação de energias renováveis, são visto com um grande impulsor económico, como no caso de Cabo Verde, em que o Pib é relativamente baixo, e os gastos com combustíveis fósseis constitui a grande fatia de importação. O apostar em energias renováveis, implica uma série de procedimentos (estudos), avaliação e apresentação d resultados em forma de mapeamento.

Os pontos localizados e sinalizados geograficamente, mapeamento, com os potenciais energéticos a extrair, constitui uma das fases chaves para um potencial investimento. A disponibilidade de vários pontos só facilita na sua escolha, exemplo Cabo Verde, com recursos energéticos renováveis abundantes, e com mapeamento tanto do potencial energético solar e eólico, consideradas prioritárias no país e que oferecem maiores garantias. Como outras formas de energias renováveis menos exploradas a nível mundial, energia das ondas, biomassa (resíduos sólidos urbanos) em comparação com os dois primeiros.

Para os decisores o mapeamento revela uma extrema importância, onde todas as conjunturas globais serão analisados (riscos, benefícios, etc.). Este estudo, já realizado em Cabo Verde, antes pela *RISØ* e recentemente pela *Gesto energy*, em que os resultados se assemelham, só veio a comprovar o que é visível pelos responsáveis governamental, muito pelas características do país (clima tropical). Um dos grandes motivos de interesse na análise do potencial energético prende-se essencialmente com o lado comparativo do consumo de combustíveis fósseis. Devido a diversidade de pontos a escolher (apresentado no mapa), as escolhas de forma de energias renováveis a ser instalados tem haver sempre com a fiabilidade na produção, custo de tecnologia a instalar (período de retorno), o que assegura os ganhos económicos na poupança da compra de combustíveis fósseis para a mesma finalidade. Só com as centrais instaladas as previsões apontavam para um ganho anual de 12 milhões de euros e a poupança na emissão de toneladas de CO<sub>2</sub>. O que reforça a ideia de continuar com o investimento no sector energias das renováveis, tudo isso constitui um forte impacto, tanto no sector dos combustíveis, com a redução de importação dos combustíveis fósseis, e em termos económicos a poupança na

geração de energia. Ou ainda a geração de energia de uma forma limpa, o que contribui para o bem-estar social, o respirar de um ar menos poluídos.

Os planos traçados pelo representantes do Governo de Cabo Verde, atingir 50% de penetração num curto período de tempo e em 2020 atingir os 100%, revela de uma extrema ambição, mas também com os representantes alertas do potencial do país e conhecedor do principal entrave que é os potenciais investidores, o que enquadra na realidade económica do país, muito dependente de terceiros.

A evolução das energias renováveis durante estes próximos anos irá constituir um importante marco na realidade do país, o grande revés das fontes renováveis, armazenamento e períodos de maior demanda na produção, pode ser colmatado com a problemática do abastecimento de água, que cerca de 90% do país é oriunda de água dessalinizada, onde se gasta grande parte de energia na sua concessão, ou seja a produção de água pode ser vista como forma de armazenamento de energia. Para a realização dos estudos o *software* utilizado (adaptado em Excel), pode vir a ser uma boa ferramenta de apoio, uma vez que não trará custo, como no caso de instalação de um programa virado para estudos de implementações de projectos de energias renováveis, visto que até a data apenas os dados fornecidos são apenas dados em píricos, com valores a assemelhar aos valores referenciais. A ilha da Boavista foi um dos casos de estudos, a percentagem de penetração de energia sempre dependerá da capacidade de investimento em virtude da procura, actualmente os estudos apontam para uma taxa de penetração de energias renováveis (Energia Eólica) na ordem de 19%, o que para chegar aos 35%, basta duplicar o parque electroprodutor.

Outras das medidas que acompanham as apostas nas energias renováveis, é a eficiência energética, em que o corrente ano (2015) foi considerado o ano zero. Neste âmbito encontra-se em fase experimental a implantação desta medida, cabendo o sector da administração pública, o primeiro ponto de análise (medições e verificações dos consumos energéticos). Ainda nesse contexto há realçar a campanha de sensibilização lançado em 2009 (com distribuição de lâmpadas economizadoras), e algumas palestra feitas junto dos principais emissores do país, pela direcção geral de energia Cabo Verde.

No segmento das actividades desenvolvidas, as ilações tiradas dos vários temas, desde de visitas as instalações de produções de energias renováveis, formações nos contextos abrangentes (alterações climáticas, solar térmica), denota-se a identificação e clarividência pelo rumo seguir pelo país.

## Propostas futuras

De acordo com o Plano Director das Energias Renováveis de Cabo Verde de 2011 (PDERCV), o sistema eléctrico Cabo-Verdiano caracteriza-se por apresentar, actualmente, uma taxa de cobertura territorial das redes de electricidade na ordem dos 95%. O aumento da cobertura das redes eléctricas tem-se revelado um processo progressivo, registando-se uma cobertura de 100% nas ilhas do Sal e Brava, no ano de 2006, Boavista e São Vicente, em 2007 e, São Nicolau, em 2008. O parque electroprodutor Cabo-Verdiano assenta, predominantemente, em centrais termoeléctricas alimentadas por combustíveis fósseis. A economia energética Cabo-Verdiana encontra-se, desta forma, dependente da volatilidade dos mercados petrolíferos, ficando, assim, sujeita às constantes variações do preço dos combustíveis.

## Recurso Solar

Soluções futuras:

- Produção descentralizada com combinação com energia eólica, criação de smartgrides (figura 5.1), especialmente em pequenas aldeias (O caso da ilha da Brava, cujo a área da superfície é de 67km<sup>2</sup>).
- Instalação de centrais fotovoltaicas (figura 4.5)
- Incentivar produtores independentes, com injeção na rede (figura 4.6)

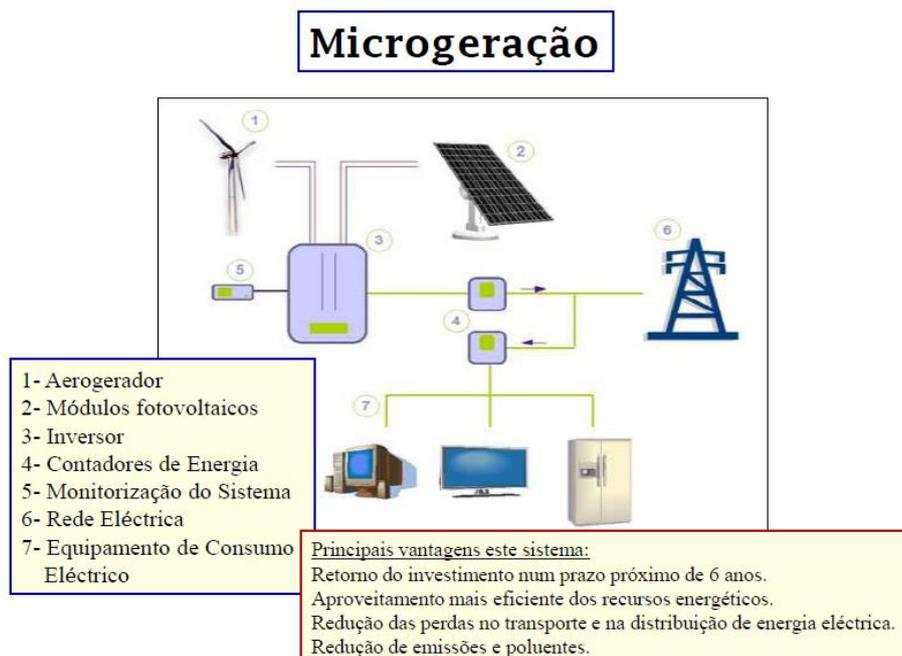


Figura 0.1 – Microgeração. Fonte: (Argaín, 2010)

Estes sistemas promovem uma combinação de energias renováveis com eficiência energética, figura5.2.

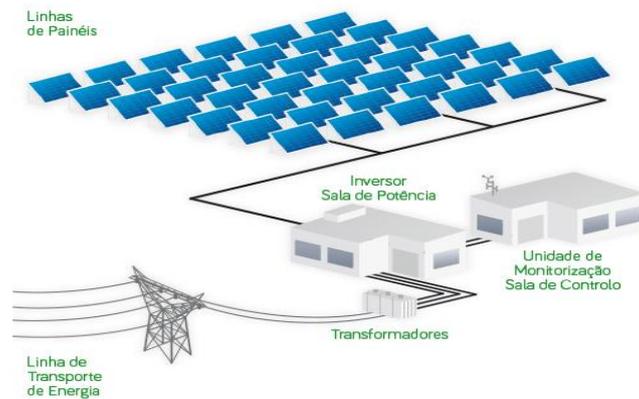


Figura 0.2 – Central fotovoltaica ligação directa a rede. Fonte: site sunvienergy.com

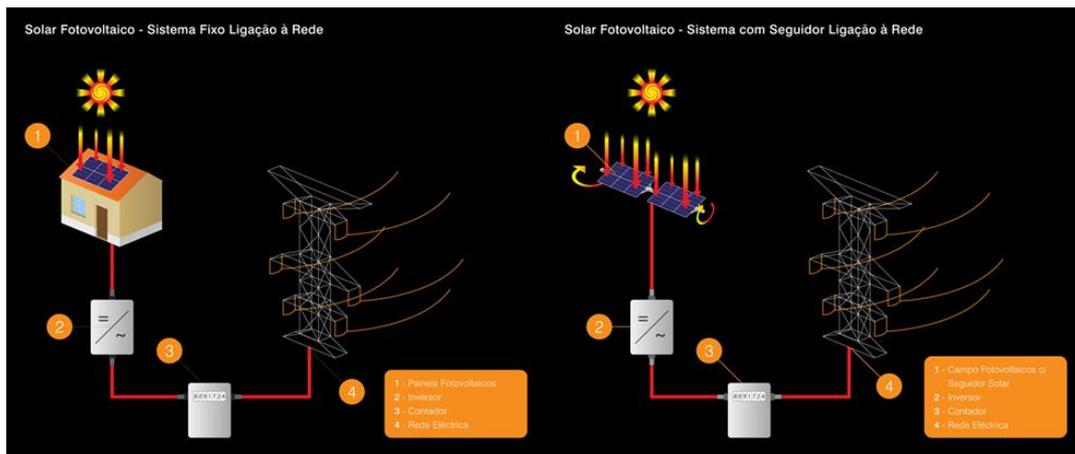


Figura 0.3 - Combinação produção independente c/ mini-central. Fonte electroarqueiro.pt

## Resíduos Sólidos Urbanos

Este recurso pode vir a ter um importante papel no futuro uma vez que faz com que reduza em grande quantidade de massa, destrói os agentes patogénicos bem como os seus principais vectores causadores da doença presentes nos resíduos, dependendo do custo associado a instalação.

Soluções futuras:

- Produção de biogás (aproveitamento dos incrementos dos animais, o que também estimulará os principais intervenientes na pecuária.)
- Produção energia térmica e/ ou eléctrica (turbina a Vapor)

Eficiência Energética

Soluções a propor:

- Realizar Auditoria, criação
- Implementar o modelo M&V (Medição e Verificação);
- Iluminação (incentivar o uso lâmpadas económicas, (tabela 4.9));
- Nos hotéis incentivar o uso de cobertura nas piscinas de forma a evitar grandes perdas por evaporação;
- Monotorização diária dos consumos (através de softwares ou registos manuais);
- No combate a redução do consumo de biomassa, especialmente para cozinhar. Uma solução barata é implementar a cozinha solar no país (muito usual nos países da América Latina), eficiente fácil de construção, económico e especialmente amiga do ambiente.
- Criação de um centro creditado para realização de certificação energética

### UM CASO PRÁTICO

A tradicional lâmpada de 60 W (que custa cerca de 1,2 €) proporciona a mesma luz que uma lâmpada fluorescente compacta de 11 W (cerca de 7 €). No tempo de vida útil de uma lâmpada de baixo consumo, a poupança será quase de 58 €:

TIPOLOGIA DE LÂMPADA	INCANDESCENTE DE 60 W	ECONOMIZADORA DE 11 W
Vida Útil (horas)	1000 h	8000 h
Preço aquisição (€)	1,20 €	7,00 €
Preço kWh (€)	0,14 €	0,14 €
Consumo de Eletricidade (kWh)	(8000h x 60W) 480 kWh	(8000h x 11W) 88 kWh
Para um tempo de funcionamento de 8000h		
Custo das lâmpadas (€)	(1,20 x 8) 9,60 €	(7,00 x 1) 7,00 €
Custo da Eletricidade (€)	(480 kWh x 0,14 €/kWh) 67,20 €	(88 kWh x 0,14 €/kWh) 12,32 €
Custo Total (€)	76,80 €	19,32 €
Poupança de 57,48 €		

Tabela 0.1 - Análise comparativa “Lâmpadas”. Fonte: (ADENE, Outubro de 2013 (versão digital))

## **Recomendações**

Para implementar uma política energética assente na produção de 50% de energias renováveis, conforme o almejado no PDERVC, é altamente recomendável que o governo:

- a) Por razões de consistência e coerência com a nova visão energética do Estado, recomenda-se uma urgente definição e divulgação da “Estratégia Nacional Energia”.
- b) É indispensável que o Governo se associe a actores relevantes nas áreas de energias renováveis e eficiência energética para promover conferências e seminários nacionais e internacionais, em jeito de acção formativa, informativa e de sensibilização.
- c) Atenção especial deverá ser dada na eliminação dos erros cometidos nos projectos anteriores sobre energias renováveis, os quais destruíram, em parte, a credibilidade destes sistemas, visto que a sua instalação e gestão foram extremamente deficientes.
- d) Para evitar tais fracassos no futuro, torna-se essencial manter uma interacção contínua com as instituições tecnológicas e científicas, com os profissionais, com o mercado e com os utilizadores finais.



## 6 Bibliografia

- ADENE, Outubro de 2013 (versão digital). *Guia da Eficiência Energética*, Algés, Lisboa: ADENE - Agência para a energia.
- AEE - Institute for Sustainable Technologies from Austria for SOLTRAIN West Africa, 2014. *Thermal use of solar energy*, Austria: AEE - Institute for Sustainable Technologies.
- Alberto Mendes, Outubro de 2011. *Workshop sobre Energias Renováveis e Acesso*. Accra, Gana 24 –26: s.n.
- Argaín, J. L., 2010. *Introdução à Energia Eólica*. Universidade do Algarve: s.n.
- Auth, K. & Musolino, E., 2014. *Relatório sobre a situação das energias renováveis e eficiência energética na CEDEAO*, Paris, França: Secretariado REN21,.
- Banco de Cabo Verde-BCV, 2012. *Boletim de Estatísticas 20 Anos*, Praia: s.n.
- Caboeolica, 2012. *Clean development mechanism project design document form (CDM-PDD)- Bundled wind power project Cape Verde*, Praia: Caboeolica.
- Castro, R., Março 2008. *Energia Eólica*. Lisboa: s.n.
- CEDEAO, 2014. *Energias renováveis e eficiência energética*, Avenida OUA C.P. 288: ECREEE.
- Comissão Europeia, 2009. *Alterações climáticas: de que se trata? Uma introdução para os jovens*, Luxemburgo: Comunidades Europeias.
- Conceição, E. Z., 2012. *Introdução Energias Renováveis*. Universidade do Algarve: Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Costa, A., 2015. *Agenda de acção para a energia sustentável para todos*, Praia: s.n.
- Costa, A., 2015. *Plano nacional de acção para energias renováveis (Cabo Verde)*, Praia, Cabo Verde: s.n.
- Diário da República de Cabo Verde, 2012. *SÉRIE — Nº 7 «B. O.» Da Republica Cabo Verde*, 3 Fevereiro, pp. 164-175.
- Diário da republica de Cabo verde, 2012. *Estudos Energias Renovaveis em Cabo Verde*. pp. 166, 167.
- Direção Geral Energia, 2014. *Evolução dos indicadores do Sector Energético em Cabo Verde 2003-2013*, Praia: Ministério de Turismo e Indústria e Energia.
- Direção Geral de Energia, 2014. *Evolução dos indicadores do Sector Energético em Cabo Verde: 2003-2013.*, Cabo Verde: Direcção Geral de Energia.
- EDP - Energias de Portugal, S.A., Junho 2006. *Guia prático da eficiência Energética*, Lisboa: Sair da Casa.

Electronica.pt, s.d. energia solar-fotovoltaica.

Expresso das Ilhas, 26 de Setembro de 2012. Cabeólica produz cerca de um quarto de electricidade de Cabo Verde. *Expresso das Ilhas*, p. 28.

Gesto Energia S.A., 2011. *Plano energético renovável Cabo Verde*, Algés, Lisboa: Gesto Energia S.A..

Gesto Energia, S.A., 2011. *Atlas e Projectos de energias renováveis de Cabo Verde*, Algés, Lisboa: s.n.

greenpro\_fotovoltaico, 2004. *Energia Fotovoltaica - Manual sobre tecnologias, projecto e instalação*. Portugal: O Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Mecânica.

Grupo Martifer, 2010. *Martifer solar*, Zona Industrial – Apartado 17 3684-001 Oliveira de Frades Portugal: Martifer.

Inverno, A. C., s.d. *Gestão Energética e Ambiental*. Universidade do Algarve: s.n.

IPCC/ONU, 2007. *Novos Cenários Climáticos - mudanças Climáticas 2007*, Paris: s.n.

Magpower S. A., 2011. *Magpower Focus on Energy*. [Online] Available at: [http://www.magpower.eu/X/pagina.cgi?pagina\\_id=40](http://www.magpower.eu/X/pagina.cgi?pagina_id=40) [Acedido em 03 03 2015].

Mortal, A., Nov 2012. *Introdução à M&V*. Universidade do Algarve: s.n.

MTIE, 2010. *Sobre a Contratação dos Parques Fotovoltaicos*, Praia, Ilha de Santiago Republica de Cabo Verde: Ministério do Turismo, Indústria e Energia.

Neves, R., 2014. *Gene Energy*. [Online] Available at: <http://gene-energy.com/iluminacao-eficiente/iluminacao-publica/> [Acedido em 25 Agosto 2015].

Oliveira, A. S., Março 2003. *Análise das modalidades e procedimentos simplificados do mecanismo de desenvolvimento limpo - os projectos de pequena escala e a geração de energia renovável para o atendimento das residências rurais e isoladas.*, Rio de Janeiro: Dissertação (Mestrado em Ciências em Planeamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Pelegri, M. A., Ribeiro, F. S. & Udaeta, M. E. M., 2000. *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos na Electrificação Rural*. , Campinas: Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Eléctricas-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PNUD, 2010. *Integração das Mudanças Climáticas em Cabo Verde - Avaliação de Riscos e Oportunidades Climáticas*, Nova York / Praia: PNUD.

renovaveis, p. e., 2008-2014. s.l.: PORTAL ENERGIA.

Santos, C. A., Nogueira, C. E. C. & Frigo, E. P., 2014. *Estudo do panorama da geração de energia a partir da biomassa de resíduos na região sul do Brasil*, Paraná: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Santos, R. S. L. d., 2011. Câmara de Comércio Indústria e turismo Portugal Cabo verde. *Energias Alternativas em Cabo Verde*, 21 02, p. 1.

Sawin, J., Adib, R. & Chawla, K., 2012. Energias renováveis - Contexto internacional. Em: C. África, ed. *Energias renováveis na África Ocidental. Estado, experiências e tendências*. s.l.:s.n., p. 37 a 49.

SDTIBM, s.d. *Sociedade de Desenvolvimento Turístico das ilhas Boa Vista e Maio, SA*.

[Online] Available at:

[http://www.sdtibm.cv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=&lang=pt](http://www.sdtibm.cv/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=&lang=pt) [Acedido em 01 09 2015].

Tavares, G., Semião, V. & Carvalho, M., 2005. *Municipal Solid Waste Valorization as Energy for Isolated Communities. In 100% RES - A challenge for Island Sustainable*

*Development*, Lisboa: s.n. Vier, T., 2014. *Tiagovier.info*. [Online] Available at:

<http://www.tiagovier.info/sobre-2/> [Acedido em 31 09 2015].

# Anexos

## Anexo A - Informação Geral

### 1.1 Identificação do estagiário

Nome: - José Augusto Varela Mendes Pereira;

Curso: - Mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energia;

Morada: - Av. Francisco Sá Carneiro, Ed. Sol Europa, 3º CD, 8125-092 Quarteira;

Email: - joseaugusto\_cv@hotmail.com

### 1.2 Identificação da entidade

Designação: - Direcção Geral de Energia (DGE);

Morada: - Rua do Funchal nº2, caixa postal nº15, Achada St. António Praia – Cabo Verde

Actividade: - Responsável pelo sector energético Em Cabo Verde

Telefone: - (+238) 260 48 00

Email: - [mtie@mtie.gov.cv](mailto:mtie@mtie.gov.cv)

### 1.3 Período de duração e carga horária do estágio

O período de duração do estágio curricular será de 02 de Fevereiro até 30 de Junho. O horário será diurno (dias uteis) entre as 08 horas e às 16 horas ou das 09 horas às 17 horas, em regime de 40 horas semanais, perfazendo uma carga horaria total de 880 horas.

### 1.4 Identificação do Orientador Docente

Orientador: - Prof. Doutor António Baltazar Mortal;

Gabinete: - Edifício ISE, Gabinete 160, Campus da Penha – Faro;

Telefone: - 289 800100 extensão 6571

Email: - [amortal@ualg.pt](mailto:amortal@ualg.pt)

### 1.5 Identificação do Orientador Industrial

Orientador: - Eng. Edson Mendes;

Morada: - Achadinha, Praia – Cabo Verde

Telefone: - 9212158

Email: - edson.mendes@mtie.gov.cv

## **Anexo B - Legislação do sector energético em Cabo Verde**

Assistiu-se durante a década de noventa, a uma desorganização em termos legislativos no sector da energia, pelo que era necessário dotar o país de instrumentos que permitissem o alavancar do sector da energia, considerado um sector chave para o desenvolvimento de Cabo Verde.

O decreto-lei nº 54/99, de 30 de Agosto, estabelecia as bases do sistema eléctrico de Cabo Verde, registando-se na época, o arranque de uma profunda alteração do quadro institucional e legal e até empresarial, relativas ao exercício das actividades no sector, que se revestia de interesse para o serviço público. A experiência obtida com a aplicação deste decreto-lei e a necessidade de dar um novo impulso ao sector, potenciando a sua eficiência operacional, a sinergia com outros investimentos na actividade produtiva e o maior e melhor aproveitamento dos recursos endógenos levou que se introduzisse algumas alterações no diploma em referência, que se veio a consumir através do decreto-lei nº 14/2006 de 20 de Fevereiro. Assim sendo, o decreto-lei nº 14/2006 de 20 de Fevereiro, reformula as bases do Sistema Eléctrico e tem como objectivos fundamentais o fomento do desenvolvimento económico e social e a preservação do ambiente, em observância estreita aos seguintes princípios:

- a) Assegurar um fornecimento de energia eléctrica seguro e fiável, assim como, um aumento de coberturas de serviços a todos os consumidores, a um preço razoável, justo e não discriminatório no uso;
- b) Aumentar o uso de fontes de energias renováveis e a cogeração para a produção de electricidade;
- c) Promover a eficiência e inovação tecnológica na produção, transporte, distribuição e uso de energia eléctrica no país;
- d) Atrair investimentos privados nacionais e estrangeiros para o Sistema Eléctrico, nele se incluindo os auto-produtores e produtores independentes, pela definição de condições estáveis, equitativas, favoráveis e transparente para o investimento;
- e) Estimular a sã competição e concorrência no Sistema Eléctrico;

De acordo com o art. 4º do Capítulo II deste decreto-lei, o Sistema Eléctrico compreende as actividades de produção, transporte, distribuição e venda de energia eléctrica. O sistema, compreende ainda a Produção Independente e a Auto-Produção de energia eléctrica, quando adequadas e necessária a implementação dos objectivos desse diploma.

O Sistema Eléctrico pode ainda, incluir também as actividades de distribuição e venda de energia eléctrica, quando em regime integrado em localidades pequenas e isoladas.

Para além do decreto-lei nº 14/2006 de 20 de Fevereiro, foram ainda criados outros dispositivos legais, com o objectivo de regulamentar e normalizar um sector em franca expansão e que se acredita ser de extrema importância para o país.

Assim sendo, destacam-se:

- O Decreto-lei nº 30/2006 de 12 de Junho, regula o licenciamento do Produtor Independente, que visa reforçar a capacidade de acompanhamento das necessidades de expansão do Sistema Eléctrico Nacional. O Impacto das Energias antecipativa, em estreita articulação entre os serviços públicos competentes e a concessionária da rede eléctrica pública, conforme o preceituado no contrato de concessão;

- O Decreto-lei nº 41/2006 de 31 de Julho, que estabelece as disposições relativas à definição de crise energética, a sua declaração e às medidas interventivas de carácter excepcional que devem ser tomadas pelo Estado, em função da sua ocorrência, com vista a pôr-lhe termo;

- O Decreto-lei nº 18/2006 de 24 de Julho, que prevê o valor da garantia, o prazo, o montante da caução dos produtores independentes de energia em consonância com o previsto nos artigos 14º, 15º e 29º do Decreto-lei nº 30/2006 de 12 de Junho;

- O Decreto-lei nº 21/2006 de 28 de Agosto, regula a fixação dos montantes e da forma de pagamento das taxas para o Produtor Independente.

Cabo Verde deu um passo importante em matéria das energias renováveis ao aprovar o Decreto-Lei n.º 1/2011 de 3 de Janeiro. Com o objectivo de criar um forte impulso às energias renováveis, pelo que, o diploma vem não só criar um regime de licenciamento e exercício de actividade específico e adaptado às energias renováveis, distinto do estabelecido no Decreto-Lei nº 30/2006, mas também estabelecer um conjunto de matérias transversais fundamentais para o desenvolvimento das energias renováveis, designadamente no respeitante ao planeamento territorial, à fiscalidade, ao licenciamento ambiental e aos mecanismos de remuneração e sua garantia. Destaca-se neste decreto-lei o artigo 2º que define as fontes de energia renovável, o artigo 9º que estabelece a criação do Plano Director de Energias Renováveis (PDER) que deverá ser elaborada pela Direcção Geral de Energia de cinco em cinco anos; artigo 10º que define o Plano Estratégico Sectorial das Energias Renováveis (PESER) e as Zonas de Desenvolvimento de Energias Renováveis (ZDER). O referido decreto contempla ainda, no artigo 12º, uma serie de incentivos às empresas produtoras de energia eléctrica com base em energias renováveis, destacando-se os fiscais e os aduaneiros.

## Anexo C - Dados do consumo de energia em Cabo Verde ano 2013

Os dados do consumo de energia em Cabo Verde ano 2013 encontram-se descritas nas tabelas abaixo (0.1 e 0.2).

		Santo Antão	São Vicente	São Nicolau	Boa Vista	Sal (+APP)	Maio	Santiago	Fogo	Brava
Pot. Instalada	Combustível (kW)	5.366	13.200	3.220	9.400	16.124	900	56.061	3.220	870
	E. Eólica (kW)	500	6.200	0	2.550	7.200	0	9.350	0	0
	E. Solar (kW)	0	0	0	0	2.140	0	4.280	0	0
	Total	5.866	19.400	3.220	11.950	25.464	900	69.691	3.220	870
Energia produzida	Combustível (MWh)	11.221.799	45.823.454	5.541.800	25.451.956	41.402.765	2.645.284	161.271.266	11.704.186	2.568.490
	E. Eólica (MWh)	1.560.950	21.030.000	0	5.082.570	16.639.627	0	31.510.700	0	0
	E. Solar (MWh)	0	0	0	0	2.388.333	0	4.864.504	0	0
	Total	12.782.749	66.853.454	5.541.800	30.534.526	60.430.725	2.645.284	197.646.470	11.704.186	2.568.490
	Renovavel	1.560.950	21.030.000	0	5.082.570	19.027.960	0	36.375.204	0	0
	Taxa penetração	0,122113796	0,314568639	0	0,166453213	0,314872277	0	0,184041759	0	0
	Total	5.866	19.400	3.220	11.950	25.464	900	69.691	3.220	870
	Renov	500	6.200	0	2.550	9.340	0	13.630	0	0
	Participação	0,085236959	0,319587629	0	0,213389121	0,366792334	0	0,195577621	0	0
		% capacidade instalada	Taxa de penetração							
	Santo Antão	0,085236959	12,2%							
	São Vicente	0,319587629	31,5%							
	Boa Vista	0,213389121	16,6%							
	Sal	0,366792334	31,5%							
	Santiago	0,195577621	18,4%							

Tabela 0.1 – Energia em Cabo verde. Fonte Águas e Electricidade de Boavista (AEB)

	% capacidade instalada	Taxa de penetração	Desempenho
Santo Antão	8,52%	12,21%	1,432639051
São Vicente	31,96%	31,46%	0,984295418
Boa Vista	21,34%	16,65%	0,780045451
Sal	36,68%	31,49%	0,858448359
Santiago	19,56%	18,40%	0,941016449

Tabela 0.2 - Energia em Cabo verde. Fonte Águas e Electricidade de Boavista (AEB)

**Modelo do quadro, resumo final, de base de dados (Excel) para a realização da simulação.**

Na tabela todas as células de fundo vermelho tem que ser inseridos de acordo com as tecnologias a instalar, (características turbinas, painéis fotovoltaicos, taxa de penetração, etc.), ou seja, os componentes técnicos como se pode observar nas tabelas (0.3 e 0.4).

				Max RE Hourly Penetration	
				50%	
WIND			SOLAR		
Park 1	Vestas V52		Park 1		
Power/unit	[kW]	850	Capacity of the PV array/power output under STC	Y <sub>PV</sub> [W]	250
Number of Unit		0	Number of Array		10.000
Total Wind Power	[kW]	0	Total PV Power	[kW]	2.500
			Inverter	[kW]	
			Inverter efficiency	[%]	90%
			PV derating factor	[%]	95%
Park 2	Vestas V52		Park 1		
Power/unit	[kW]	850	Capacity of the PV array/power output under STC	Y <sub>PV</sub> [W]	250
Number of Unit		0	Number of Array		0
Total Wind Power	[kW]	0	Total PV Power	[kW]	0
			Inverter	[kW]	
			Inverter efficiency	[%]	90%
			PV derating factor	[%]	95%
Park 3	Vestas V52		Park 1		
Power/unit	[kW]	850	Capacity of the PV array/power output under STC	Y <sub>PV</sub> [W]	250
Number of Unit		3	Number of Array		
Total Wind Power	[kW]	2.550	Total PV Power	[kW]	0
			Inverter	[kW]	1
			Inverter efficiency	[%]	90%
			PV derating factor	[%]	95%

Tabela 0.3 – Caso estudo *Park3* (Energia Eólica), *Park1* (Energia Solar) ilha de Boavista, inserção de dados.

Balance Solar Priority			Balance Wind Priority		
Annual Load	30.577,8	MWh	Annual Load	30.577,8	MWh
Annual Solar Penetration	1.150,2	MWh	Annual Solar Penetration	0,0	MWh
Yearly Solar Penetration	3,8%		Yearly Solar Penetration	0,0%	
Yearly Solar Rejected	13,3	MWh	Yearly Solar Rejected	0,0	MWh
Yearly Solar Rejected	1,2%		Yearly Solar Rejected	#DIV/0!	
Annual Wind Penetration	7.023,9	MWh	Annual Wind Penetration	7.023,9	MWh
Yearly Wind Penetration	22,97%		Yearly Wind Penetration	22,97%	
Yearly Wind Rejected	421,6		Yearly Wind Rejected	421,6	
Yearly Wind Rejected	6,0%		Yearly Wind Rejected	6,0%	
Annual Renewable Penetration	8.174,1	MWh	Annual Renewable Penetration	7.023,9	MWh
Yearly Renewable Penetration	26,7%		Yearly Renewable Penetration	23,0%	
Yearly Renewable Rejected	434,9	MWh	Yearly Renewable Rejected	421,6	MWh
Yearly Renewable Rejected	5,3%		Yearly Renewable Rejected	6,0%	

Tabela 0.4 - Caso estudo *Park3* (Energia Eólica), *Park1* (Energia Solar) ilha de Boavista, resumo final.