

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS RENOVÁVEIS EM  
EDIFÍCIOS



Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Sistema Elétricos de Energia

2013

**Realizado por:** Sandra Alexandrina Moreira Barbosa

**Orientador:** Professor Doutor António Carvalho de Andrade

# **Agradecimentos**

Em primeiro lugar um profundo agradecimento aos meus pais, a quem devo tudo e a todos os familiares pelo apoio incondicional ao longo dos anos.

Um especial agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor António Carvalho de Andrade pelo apoio e pela disponibilidade ao longo da realização desta dissertação.

Gostaria também de agradecer de um modo geral a todas as pessoas que me ajudaram de um modo direto ou indireto na realização deste Trabalho.



## Resumo

As preocupações com a escassez dos recursos fósseis, o aumento gradual e acentuado dos seus preços e problemas ambientais, cada vez mais há uma preocupação em relação à eficiência energética e as energias renováveis, sendo estes os dois pilares para se encaminhar para uma política energética sustentável. Sobretudo nos edifícios que são responsáveis por grande parte do consumo de energia mundial.

Cabo Verde tem um elevado grau de desperdício energético e de consumo de energia elétrica, torna-se imprescindível ressaltar a importância da análise de Eficiência Energética nas Edificações. Contudo, em Cabo Verde, relativamente à vertente da eficiência energética nos edifícios, não existe ainda uma legislação que de alguma forma condicione o consumo de energia e os impactos ambientais associados aos edifícios.

De igual forma, as construções com características bioclimáticas ou incorporando sistemas passivos ainda não são prática corrente, pois não existe nenhuma regulamentação que garante que o projetista quando a concepção de um edifício aplique estratégias de construção bioclimática ou integração das energias renováveis, fazendo o uso do potencial dos recursos renováveis existente no país. Assim, o conforto dos ocupantes dos edifícios e a diminuição das necessidades de consumo não estão presentes de uma forma satisfatória na construção de edifícios em Cabo Verde.

Neste contexto, a presente dissertação tem como intuito, recolher e estruturar informação relativa a temática da eficiência energética e energias renováveis nos edifícios de forma a promover a eficiência energética nos edifícios e apoiar o desenvolvimento das energias renováveis em Cabo Verde, contribuindo para a mudança de mentalidade. Assim este estudo pretende refletir sobre a importância da construção sustentável, a Certificação Energética, sistemas e procedimentos para garantir, no mínimo, igual conforto dos ocupantes e simultaneamente a redução do consumo de energia nos edifícios, mudança de comportamentos e escolhas com menor consumo energético.

São ainda apresentados as possibilidades de integração das energias renováveis nos edifícios. Assim decidiu-se analisar a implementação de um sistema de microgeração fotovoltaico, para aumentar a eficiência energética de edifícios de acordo com a legislação vigente em Cabo Verde. Nestes termos, é dimensionado um sistema para atender cerca de 70% do consumo anual de energia elétrica do edifício, com consumo de 3869 kWh/ano.

Com a realização deste estudo, pretende-se incentivar a implementação de unidades de microprodução fotovoltaica para a produção de energia elétrica em edifícios, bem como aproximar o cidadão comum das soluções técnicas/económicas no campo do aproveitamento das energias renováveis para a produção de energia elétrica.

### **Palavras-Chave**

Eficiência energética, Energias renováveis, Utilização Racional de Energia, Microgeração Fotovoltaica.

# Abstract

Concerns about the scarcity of fossil resources, the gradual increase of their prices and environmental problems, increasingly there is a concern regarding energy efficiency and renewable energy, these being the two supports to move toward a sustainable energy policy. Especially in buildings that are responsible for much of the world's energy consumption.

Cape Verde has a high degree of energy waste and consumption of electricity, it is essential to emphasize the importance of the analysis of Energy Efficiency in Buildings. However, in Cape Verde, on the aspect of energy efficiency in buildings, there is still no legislation that somehow affects the energy consumption and the environmental impacts associated with buildings.

Similarly, the constructions with bioclimatic characteristics or by incorporating passive systems are not common practice, because there is no regulation that ensures that the designer during the development of a building have to apply bioclimatic constructions strategies or integrating renewables energy, making use of the potential resources in the country. Thus, the comfort of the occupants of buildings and decrease of consumption needs are not present in acceptable way of buildings constructions in Cape Verde.

In this context, this dissertation has as objective, collect and structure information on the subject of energy efficiency and renewable energy in buildings, in order to promote energy efficiency in buildings and supporting the development of renewable energies in Cape Verde, contributing to the change mentalities. Thus this study aims to reflect on the importance of sustainable construction, Energy Certification, systems and procedures to ensure, at least equal comfort of the occupant while reducing energy consumption in buildings, changing behaviors and choices with lower energy consumption.

It also presents the possibilities of integration of renewables energies into buildings. So it was decided to analyze the implementation of photovoltaic micro-generation system, to increase the energy efficiency of buildings in accordance with the current legislation in Cape Verde. Under these terms, a system is dimensioned to meet around 70% of the annual electricity consumption of the building, with consumption of 3869 kWh / year.

With this study, we intended to encourage the implementation of micro-generation photovoltaic units for the production of electricity in buildings, well as approximate ordinary citizen into a technical or economical solution in the field of renewable energies for electricity production.

**Keyword**

Energy Efficiency, Renewable Energy, Rational Use of Energy, Micro-generation Photovoltaic.

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	III
<b>Resumo</b> .....	V
<b>Abstract</b> .....	VII
<b>Índice de Figuras</b> .....	XVII
<b>Índice de Tabelas</b> .....	XX
<b>Índice de Gráficos</b> .....	XXI
<b>Acrónimos</b> .....	XXIII
<b>1. Introdução</b> .....	1
<i>1.1. Contextualização do Sector Energético em Cabo Verde</i> .....	2
<i>1.1.1. Caracterização do arquipélago de Cabo Verde</i> .....	2
<i>1.1.2. O cenário energético em Cabo Verde</i> .....	4
<i>1.2. Enquadramento e Motivação</i> .....	7
<i>1.3. Objetivos</i> .....	11
<i>1.4. Metodologia e Organização do trabalho</i> .....	12
<b>2. Caracterização Energética</b> .....	17
<i>2.1. Portugal</i> .....	17
<i>2.1.1. Residenciais</i> .....	18

2.1.2. <i>Serviços</i> .....	19
2.2. <i>Cabo Verde</i> .....	20
2.2.1. <i>Santiago</i> .....	22
2.2.1.1. <i>Sector Domestico</i> .....	22
2.2.1.2. <i>Sector Comercio/Industria/Agricultura</i> .....	23
2.2.1.3. <i>Turismo</i> .....	24
2.2.1.4. <i>Instituição</i> .....	25
2.2.1.5. <i>Dessalinização</i> .....	25
<b>3. Eficiência Energética em Edifícios</b> .....	<b>27</b>
3.1. <i>Desenvolvimento Sustentabilidade</i> .....	30
3.2. <i>Construção Bioclimática</i> .....	32
3.3. <i>Conceção eficiente de edifícios em termos energéticos</i> .....	33
3.3.1. <i>Localização</i> .....	34
3.3.2. <i>Forma</i> .....	34
3.3.3. <i>Orientação</i> .....	35
3.4. <i>Reabilitação de Edifícios</i> .....	36
3.5. <i>Medidas para o aumento da eficiência energética</i> .....	38
3.5.1. <i>Utilização Racional de Energia</i> .....	38
3.5.1.1. <i>Climatização</i> .....	40
3.5.1.2. <i>Iluminação</i> .....	41

3.5.1.3.	<i>Equipamentos eletrónicos</i> .....	44
3.5.1.4.	<i>Eletrrodomésticos</i> .....	45
3.5.2.	<i>Gestão de energia</i> .....	47
3.5.2.1.	<i>Gestor de Energia</i> .....	47
3.5.2.2.	<i>Processo de gestão de energia</i> .....	48
<b>4.</b>	<b>Políticas Legal e Regulamentar</b> .....	<b>51</b>
4.1.	<i>Planos e programas de apoio à Eficiência energética - Na Europa</i> .....	52
4.1.1.	<i>Plano de Ação para a Eficiência Energética</i> .....	52
4.2.	<i>Planos e programas - Portugal</i> .....	52
4.2.1.	<i>Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética</i> .....	52
4.2.2.	<i>Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis</i> .....	55
4.2.3.	<i>Programa de Eficiência Energética na Administração Pública</i> .....	56
4.2.4.	<i>Programa E4 - Eficiência Energética e Energias Endógenas</i> .....	57
4.2.5.	<i>Programa para a Eficiência Energética em Edifícios - P3E</i> .....	58
4.2.6.	<i>Programa Água Quente Solar para Portugal (AQSpP)</i> .....	58
4.2.7.	<i>Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020)</i> .....	59
4.3.	<i>Legislação Referente à Eficiência Energética e Energias Renováveis</i> ..	60
4.3.1.	<i>Diretiva Comunitária 2002/91/CE - Certificação Energética de Edifícios</i> .....	60
4.3.2.	<i>Legislação Portuguesa</i> .....	61

4.3.2.1. Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE) .....	62
4.3.2.2. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) .....	62
4.3.2.3. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) .....	64
4.3.3. Legislação Cabo-verdiana .....	67
4.3.3.1. Incentivos às energias renováveis .....	68
4.4. Certificação Energética de Edifícios .....	69
4.4.1. Fases da Certificação Energética .....	71
4.4.2. Classes de Desempenho Energético .....	72
4.4.3. Principais oportunidades de melhoria .....	74
4.5. Auditoria energética .....	76
4.5.1. Metodologia .....	77
4.5.2. Tipos de Auditoria Energética .....	78
4.6. Etiquetagem Energética .....	79
4.6.1. Classificação .....	80
<b>5. Energias Renováveis .....</b>	<b>83</b>
5.1. Fontes de Energia Renováveis .....	83
5.1.1. Energia solar .....	83
5.1.2. Energia Eólica .....	85

5.1.3.	<i>Biomassa</i> .....	86
5.1.4.	<i>Energia dos Oceanos</i> .....	86
5.1.5.	<i>Energia Geotérmica</i> .....	87
5.2.	<i>As energias renováveis em Cabo Verde</i> .....	88
5.2.1.	<i>Energia eólica</i> .....	89
5.2.2.	<i>Energia solar</i> .....	90
5.3.	<i>Integração das Energias renováveis nos edifícios</i> .....	92
5.3.1.	<i>Tipos de energias renováveis aplicáveis em edifícios</i> .....	92
5.3.1.1.	<i>Solução ativas solar</i> .....	92
5.3.1.1.1.	<i>Sistema Solar Térmica</i> .....	92
5.3.1.1.2.	<i>Painéis solares fotovoltaicos</i> .....	95
5.3.1.2.	<i>Painéis eólicos</i> .....	96
5.3.1.3.	<i>Geotermia e Aerotérmica</i> .....	97
5.3.1.4.	<i>Cogeração</i> .....	98
5.3.1.5.	<i>Biomassa</i> .....	100
5.4.	<i>Microgeração</i> .....	101
5.4.1.	<i>Microprodução em Portugal</i> .....	101
5.4.1.1.	<i>Remuneração da energia fornecida</i> .....	101
5.4.2.	<i>Microgeração em Cabo Verde</i> .....	102
5.4.2.1.	<i>Atividade de Instalação</i> .....	102

5.4.2.2.	<i>Regimes de remuneração .....</i>	103
5.4.2.3.	<i>Isenções e Benefícios ambientais aplicáveis à microprodução..</i>	103
5.5.	<i>Sistemas e aplicações fotovoltaicos .....</i>	104
5.5.1.	<i>Sistemas ligados à rede elétrica .....</i>	104
5.5.1.1.	<i>Sistema isolado .....</i>	105
5.5.1.2.	<i>Sistema híbrido .....</i>	105
5.5.2.	<i>Dimensionamento do sistema e seleção dos componentes.....</i>	105
5.5.2.1.	<i>Módulos fotovoltaicos .....</i>	106
5.5.2.2.	<i>Inversores .....</i>	106
5.5.2.2.1.	<i>Determinação da tensão do sistema .....</i>	107
5.5.2.2.2.	<i>Número mínimo de módulos por fileira .....</i>	107
5.5.2.2.3.	<i>Determinação do número de fileiras .....</i>	108
<b>6.</b>	<b>Implementação e Viabilidade Económica de um Sistema de microprodução fotovoltaica para aumentar a eficiência energética de um edifício .....</b>	<b>109</b>
6.1.	<i>Descrição do Caso de estudo .....</i>	110
6.2.	<i>Dimensionamento do sistema .....</i>	110
6.2.1.	<i>Análise do consumo .....</i>	110
6.3.	<i>Bases para a Avaliação Económica de um Investimento.....</i>	112
6.3.1.	<i>Valor Atual Líquido (VAL).....</i>	112
6.3.2.	<i>Payback .....</i>	113

6.4. Ferramenta.....	114
6.5. Introdução de dados.....	115
6.5.1.1. Definição do projeto e da localização do edifício.....	115
6.5.1.2. Definição da orientação e inclinação dos módulos fotovoltaicos	116
6.5.1.3. Definição de sombreamentos.....	117
6.5.1.4. Seleção dos componentes.....	117
6.5.1.4.1. Módulos.....	118
6.5.1.5. Seleção do inversor.....	119
6.5.1.6. Configuração do sistema.....	120
6.5.1.7. Resultado da simulação.....	120
6.6. Análise ao dos resultados das simulações.....	122
6.6.1. Resumo dos resultados.....	122
6.6.2. Análise dos resultados.....	123
6.7. Análise de investimento.....	126
6.7.1. Orçamentação do projeto.....	126
6.7.2. Análise financeira do investimento.....	128
<b>7. Conclusão.....</b>	<b>133</b>
7.1. Limitações e Sugestões para Trabalho Futuro.....	134
<b>8. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>135</b>

<b>9. Anexos.....</b>	<b>145</b>
9.1. <i>Fatura de eletricidade.....</i>	<i>145</i>
9.2. <i>Resultados das Simulações PVsyst .....</i>	<i>147</i>
9.3. <i>Orçamentação do projeto .....</i>	<i>155</i>
9.4. <i>Análise Financeira.....</i>	<i>156</i>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Mapa do Arquipélago de Cabo Verde .....	2
Figura 2 – Taxa de cobertura e densidade populacional 2010 .....	5
Figura 3 – As três abordagens de suporte .....	29
Figura 4 – Utilização dos recursos naturais .....	31
Figura 5 - Dimensão ambiental, económica e social do desenvolvimento sustentável . ...	32
Figura 6 - Correta orientação de um edifício .....	35
Figura 7 - Lâmpadas fluorescentes Tubulares .....	42
Figura 8 – Exemplos de lâmpadas fluorescentes compactas .....	42
Figura 9 – Exemplos de Lâmpadas LEDs .....	43
Figura 10 – Exemplos de Lâmpadas de halogéneo .....	43
Figura 11 - Lâmpadas incandescentes .....	43
Figura 12 – Processos de Gestão de Energia .....	49
Figura 13 - Fluxogramas para o efeito de certificação energética, no âmbito de aplicação do RSECE a edifícios de habitação .....	63
Figura 14 - Os pilares da política nacional .....	65
Figura 15 – Exemplo de um Certificado Energético .....	70
Figura 16 - Fases de intervenção do perito .....	72
Figura 17 – Classe Energética .....	73
Figura 18 - Escala utilizada na classificação energética nos edifícios de habitação .....	73
Figura 19 – Escala utilizada na classificação energética nos edifícios de serviços .....	74
Figura 20 – Exemplos de medidas de melhoria .....	75
Figura 21 - Metodologia utilizada numa Auditoria .....	77

Figura 23 – Tipos de Auditoria Energética .....	78
Figura 24 – Exemplo de Etiqueta Energética Antiga .....	80
Figura 25 – Um exemplo da mudança da etiqueta dos frigoríficos .....	81
Figura 26 – Energia solar .....	84
Figura 27 – Evolução da energia Fotovoltaica no mundo.....	84
Figura 28 – Energia eólica .....	85
Figura 29 – Capacidade mundial instalada da energia eólica .....	85
Figura 30 – Exemplos de Biomassa.....	86
Figura 31 – Energia das Ondas .....	86
Figura 32 -Energia a partir da Geotérmica .....	87
Figura 33 - Mapeamento da velocidade média do vento (m/s) .....	89
Figura 34 - Radiação global nas ilhas do arquipélago.....	90
Figura 36 – Exemplo de Coletor plano .....	93
Figura 37 – Exemplo de Coletores concentrados .....	93
Figura 38 – Exemplo de um coletor tubo vácuo.....	94
Figura 39 – Exemplos CPC ou coletores concentradores parabólicos.....	94
Figura 40 – Turbinas de eixo horizonte .....	96
Figura 41 – Turbinas de eixo vertical .....	96
Figura 42 – Exemplo de um sistema de Geotermia .....	97
Figura 43 – Exemplo de um sistema de Aerotérmica .....	97
Figura 44 - Produção de calor e eletricidade por tecnologia convencional e por cogeração .....	98
Figura 45 - Estrutura Principal de um sistema fotovoltaico com ligação à rede .....	104
<i>Figura 46 - Página principal PVSYST.....</i>	114
Figura 47- Página principal PVSYST.....	115
Figura 48 – Campo “Project” .....	116

Figura 49 - Orientação dos painéis para o sistema móvel.....	116
Figura 50 - Percurso solar em função do azimute solar.....	117
Figura 51 – Campo de definição de sombreamento .....	117
Figura 52 - Inserção da potência máxima para o sistema FV .....	118
Figura 53 - Seleção do tipo de módulo FV .....	118
Figura 54 - Características elétricas do módulo escolhido.....	118
Figura 55 – Seleção do tipo de inversor .....	119
Figura 56 - Característica do Inversor.....	119
Figura 57 - Parâmetro de simulação .....	120
Figura 58 – Resultado da simulação do Projeto .....	120

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Divisão do sistema elétrico na ilha de Santiago .....	21
Tabela 2 -Razões para não ter feito quaisquer poupanças em energia .....	28
Tabela 3 - Ciclo de vida de alguns componentes dos edifícios .....	36
Tabela 4 - validade dos Certificados Energéticos consoante o tipo de edifício e os regulamentos aplicados :.....	71
Tabela 5 - Características dos projetos eólicos instalados em Cabo Verde .....	90
Tabela 6 - Consumo de energia elétrica do edifício (2013) .....	110
Tabela 7 - Resumo das tecnologias, fabricantes e modelos utilizados.....	119
Tabela 8 – Balanço do Sistema.....	120
Tabela 9 - Energia produzida (KWh) com o recurso do programa de simulação PVSYST .....	122
Tabela 10- Equipamentos a instalar e respetivos preços do sistema composto pelo painel Suntech 260S-20.....	127
Tabela 11 - Investimento realizado em cada tecnologia de painéis escolhidos.....	127
Tabela 12 - Evolução do proveito acumulado para o sistema composto por painel Suntech 260S-20 .....	129
Tabela 13 - Resumo da Análise financeira .....	130
Tabela 14 – Resumo dos resultados obtidos pela ferramenta PVsyst de cada um dos painéis utilizados .....	130

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Repartição do PIB de Cabo Verde em 2010 .....	4
Gráfico 2 – Evolução do Consumo de combustível na produção de energia elétrica .....	5
Gráfico 3 - Evolução de produção de energia .....	6
Gráfico 4 – Evolução da produção do Petróleo no Mundo no horizonte de 2030 .....	7
Gráfico 5 - Energia Final .....	17
Gráfico 6 – Consumo de energia elétrica nos edifícios .....	18
Gráfico 7 - Repartição dos consumos de eletricidade pelos diferentes usos finais em 2010 .....	19
Gráfico 8 – Repartição da procura de energia elétrica por sector e por ilhas em 2009 ....	20
Gráfico 9 – Repartição por sector da procura em 2009 .....	22
Gráfico 10 – Evolução e previsão da procura do sector domestica até 2020 .....	23
Gráfico 11 - Evolução e previsão da procura dos sectores Comercio/Industria/Agricultura até 2020 .....	24
Gráfico 12 - Evolução e previsão da procura do sector Turismo até 2020 (Sistema Praia) .....	25
Gráfico 13 - Evolução e previsão da procura do sector Instituição até 2020 [9].....	25
Gráfico 14 -- Evolução e previsão da procura referente à Dessalinização até 2020 Sistema Praia .....	26
Gráfico 15 - Causas da deterioração dos edifícios e seu peso .....	37
Gráfico 16 - Áreas e programas do PNAEE 2016 .....	53
Gráfico 17 - Energia incidente (kWh/m <sup>2</sup> /kWp), em cada mês, no painel fotovoltaico ...	121
Gráfico 18 - Produção Diária normalizada e as Perdas .....	121
Gráfico 19 - Desempenho do sistema fotovoltaico .....	121
Gráfico 20 - Valores de produção mensal dos módulos fotovoltaicos utilizados .....	123

Gráfico 21- Consumo e produções energéticas de cada painel.....	124
Gráfico 22 - Percentagem do consumo mensal suprida pelo sistema .....	124
Gráfico 23 – Produção Anual dos Módulos.....	125
Gráfico 24 – Balanço de Produção e consumo de energia .....	125
Gráfico 25 - Percentagem da necessidade energética anual suprida.....	126
Gráfico 26 - Retorno do Investimento para o sistema composto por painel Suntech 260S-20/Wd .....	129

## **Acrónimos**

ADENE - Agência para a Energia

AIE – Agência de Informação Energética

ANET - Associação Nacional de Engenheiros Técnicos

AO - Ordem dos Arquitetos

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

APIEF - Centro de Formação Profissional para a Indústria e Energia

APIRAC - Associação Portuguesa da Industria de Refrigeração e Ar Condicionado

APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis

AQSpP - Água Quente Solar para Portugal

BEPAC - Building Environmental Performance Assessment Criteria

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CIB - Conselho Internacional da Construção

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

DGGE - Direção Geral de Energia

E4 - Eficiência Energética e Energias Endógenas

EEE - Eficiência energética dos edifícios

EFRIARC - Associação Portuguesa dos Engenheiros de Frio Industrial e Ar Condicionado

ENE 2020 - Estratégia Nacional de Energia 2020

FAI - Fundo de Apoio à Inovação

FPC - Fundo Português de Carbono

GEE - Gases de efeito estufa

HQE - Haute Qualité Environnementale des Bâtiments

IGAOT - Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

Nabers - National Australian Buildings Environmental Rating System

NZEB - Nearly Zero Energy Building

O&M - operação e manutenção

OE - Ordem dos Engenheiros

P3E - Programa Nacional para a Eficiência Energética em Edifícios

PESER - Plano Estratégico Sectorial das Energias

PIB - Produto Interno Bruto

PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PQ - Peritos Qualificados

QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional

TCMA -Taxa de Crescimento Média Anual

U - Coeficiente de transmissão térmica

URE - Utilização Racional de Energia

VAL - Valor Atual Líquido

ZDER - Zonas de Desenvolvimento de Energias Renováveis



# 1. Introdução

A utilização maciça das fontes de energia de origem fósseis que contribuem para a libertação de gases de efeito de estufa para a atmosfera trazendo diversas consequências para o nosso Planeta, a consciencialização desses impactos na saúde e no ambiente tem levado a um aumento do interesse em energias renováveis e eficiência energética aplicados em cada setor de energia.

Com o aumento da qualidade de vida e da exigência de conforto no interior das habitações, levou a uma maior utilização de equipamentos de aquecimento e arrefecimento e conseqüentemente, o foco de grande consumo de energia, responsáveis pelo aumento da emissão de gases de efeito de estufa. A título de exemplo, na Europa, o consumo de energia nos edifícios representa cerca de 40% da energia final e 36% das emissões de gases de efeito de estufa, com tendência para aumentar pelo facto do sector se encontrar em expansão.

Perante esta problemática surge a necessidade de tornar os edifícios energeticamente mais eficientes, e os esforços para diminuir o consumo da energia e o impacto ambiental que é um importante problema mundial. Assim, uma das soluções possíveis para a resolução desses problemas energéticos é o aumento da eficiência energética nos edifícios, que poderá reduzir as necessidades energéticas e essencial no controlo das emissões globais de gases com efeito de estufa.

Segue-se a implementação das energias renováveis que é também um contributo fundamental como fonte de energia para dar respostas às necessidades energéticas, sendo uma das formas mais eficientes de reduzir o consumo de combustíveis fósseis e uma oportunidade para encaminhar-se para a sustentabilidade.

Estes revelam-se como um componente essencial para a transição rumo ao desenvolvimento sustentável, principalmente nos países em vias de desenvolvimento, como é o caso de Cabo Verde. Poderão usa-las como estratégias para diminuir a dependência energética, assim como combater o desemprego, a pobreza e a exclusão social que atinge cada vez mais a população.

## ***1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO SECTOR ENERGÉTICO EM CABO VERDE***

### ***1.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO ARQUIPÉLAGO DE CABO VERDE***

A República de Cabo Verde é um país insular africano, constituído por dez ilhas e oito ilhéus, que formam dois grupos distintos consoante a posição face ao vento alíseo do Nordeste. A região Barlavento constituída pelas ilhas de Santo Antão (754 Km<sup>2</sup>), São Vicente (228 Km<sup>2</sup>), Santa Luzia (34 Km<sup>2</sup>), São Nicolau (342 Km<sup>2</sup>), Sal (215 Km<sup>2</sup>), Boa Vista (622 Km<sup>2</sup>) e os ilhéus Raso e Branco. A região Sotavento constituída pelas ilhas do Maio (267 km<sup>2</sup>), São Tiago (992 km<sup>2</sup>), Fogo (477 km<sup>2</sup>), Brava (65 km<sup>2</sup>) e os ilhéus Secos ou de Rombo [1].



**Figura 1 – Mapa do Arquipélago de Cabo Verde [2]**

Cabo Verde é um arquipélago localizado junto à Costa da África Ocidental, entre as latitudes 14° 23' e 17° 12' Norte e as longitudes 22° 40' e 25° 22' Oeste, faz parte do grupo biogeográfico e ecológico denominado Macaronésia, uma vasta região do Oceano Atlântico, constituída por cinco grupos de ilhas situadas ao largo da costa do sudoeste Europeu, e nordeste de África.

A maior parte das ilhas são de origem vulcânica e repartem-se em dois grupos: as de relevo acidentado, com pontos de maior altitude na Ilha do Fogo (no Pico, um vulcão em atividade com 2 829 metros), Santo Antão (no topo da coroa, com 1 979 metros) e São Tiago (Pico de Antónia e Serra Malagueta com altitude máxima de 1 373 metros) e as ilhas planas e circundadas por extensas praias Sal, Boa Vista e Maio [1].

O clima predominante nas ilhas é classificado como tropical, seco caracterizado por um longo período de estação seca (8 a 9 meses), com muito pouca chuva. A época das chuvas é muito curta e decorre de Agosto a Outubro, dependendo da frente intertropical, quente e húmida, que à sua passagem dá origem a fortes chuvadas de curta duração. A irregularidade da pluviosidade anual é também condicionada pela passagem do harmatão ou "lestada", vento quente e seco vindo do deserto do Sara, que aumenta a aridez da estação seca, sobretudo nas regiões mais expostas, a leste, e nas ilhas orientais, provocando secas prolongadas, de consequências nefastas para as culturas e para o equilíbrio ecológico [1].

A temperatura média anual ronda os 25 graus Celsius, os meses mais quentes são Agosto, Setembro e Outubro, com 29 graus Celsius de média, sendo os mais frios os meses de Janeiro e Fevereiro, com cerca de 23 graus de temperatura média [3].

Cabo Verde tem um total de 491.875 habitantes (em 2010), como a maior ilha Santiago, com aproximadamente 273.919 habitantes (55,7% da população residente em Cabo Verde), dos quais 52% são mulheres e 48% homens, com uma taxa de urbanização de 61,8%. Há uma elevada taxa de população jovem, entre os 15 e os 29 anos, representando quase um terço da população (31,8%) [4].

Apesar de um aumento significativo do nível médio de vida das populações, representa uma taxa de alfabetismo de 73% para os homens e de 87% para as Mulheres, um desafio importante na economia cabo-verdiana é a sua fraca capacidade de gerar emprego. A taxa de desemprego continua elevada, situando-se em 10,7% em 2010 [4].

A nível económico, Cabo Verde pertence ao grupo dos países de desenvolvimento médio, com uma estabilidade política desde a sua independência (1991). Com a economia dominada pelo setor dos serviços representando 73% do PIB nacional conforme se pode verificar no gráfico 1, com o sector do turismo e o do comércio em forte expansão.

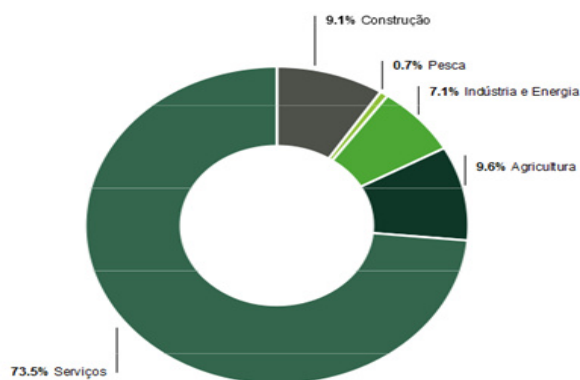


Gráfico 1 – Repartição do PIB de Cabo Verde em 2010 [5].

O sector secundário representa cerca de 20% do PIB (emprega cerca de 20% da população ativa), principalmente a construção e as indústrias ligeiras de exportação lançadas na base de investimentos externos. A contribuição do sector primário para a formação do PIB é modesta, tendo-se situado entre 10 a 12% durante a década de noventa, estando atualmente em torno dos 8% [4].

### ***1.1.2. O CENÁRIO ENERGÉTICO EM CABO VERDE***

O sector energético do país caracteriza-se pelo consumo de recursos energéticos derivados do petróleo (gasolina e gasóleo que representam cerca de 41% do consumo total dos combustíveis fósseis, jet A1, gás butano e os lubrificantes), da biomassa que consiste na utilização de lenhas nas zonas rurais e periferias das cidades para a confeção de alimentos, e a utilização de energias renováveis nomeadamente energia eólica e solar na produção de eletricidade.

A energia elétrica é produzida a partir de centrais térmicas representando 70% do total da energia produzida utilizando o diesel e o fuel óleo (fuel 180 e 380). Segundo a Electra, S.A.R.L, sociedade anónima responsável pela produção e a distribuição de Eletricidade em todo o território de Cabo Verde, durante o ano 2011 foram consumidos nas centrais diesel, na produção de energia, 10.279.539 litros de fuelóleo 380; 42.810.298 litros de fuelóleo 180; 20.524.005 litros de gasóleo diesel, conforme se pode verificar no gráfico 2.

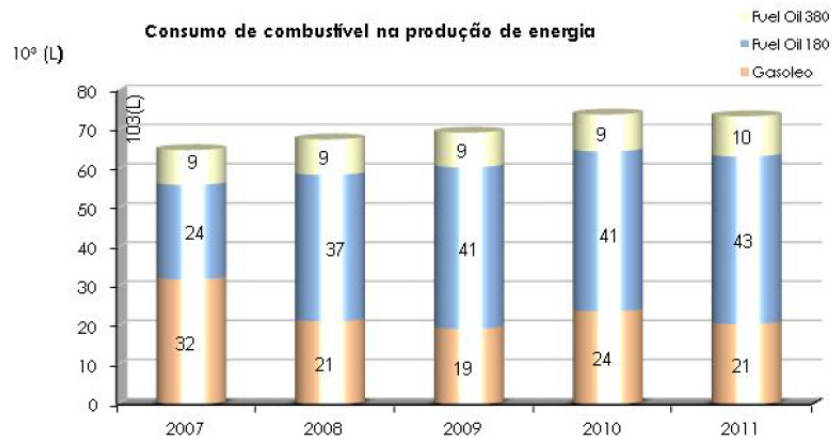


Gráfico 2 – Evolução do Consumo de combustível na produção de energia elétrica [6]

Atualmente com uma taxa de cobertura territorial das redes de eletricidade na ordem dos 95%, repartidas pelas centrais diesel, eólicas e centrais solar. Essas centrais foram responsáveis pela produção de 325.420.684 kWh de energia elétrica, sendo 92,5% origem térmica, 4,8% eólica e 2,8% solar.

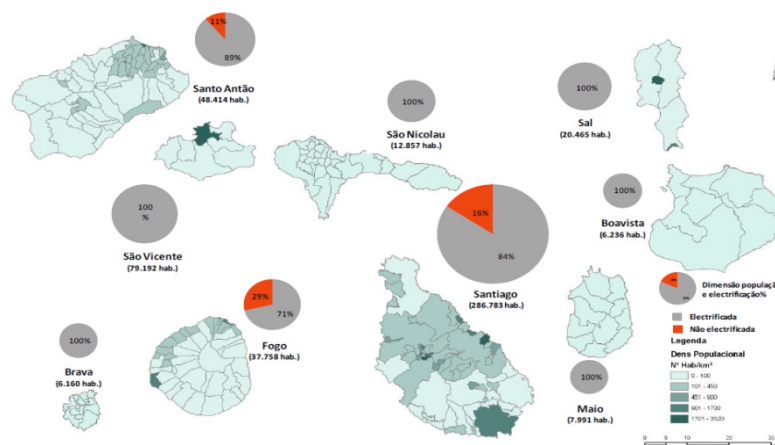
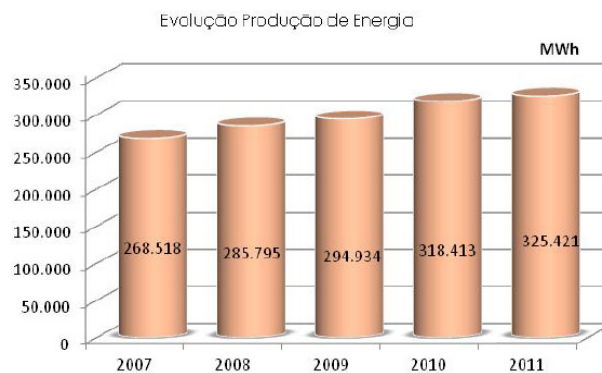


Figura 2 – Taxa de cobertura e densidade populacional 2010 [9].

De acordo com a figura 2, as ilhas de são vicente e sal apresentam uma taxa de cobertura na ordem dos 100%. Com a situação mais crítico, apresentam-se as ilhas de fogo e santiago, com taxas de eletrificação de 75% e 84%, respetivamente.

Ao longo dos últimos cinco anos (ver Gráfico 3), produção de energia elétrica registou uma taxa média de crescimento de 4,9%. Em relação ao ano 2011 registou um aumento de 2,2%, determinado pelo crescimento da procura. Esse aumento foi suportado basicamente pela produção a Fuel Óleo 180 e de energia eólica.



**Gráfico 3 - Evolução de produção de energia [6]**

## 1.2. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

A energia elétrica desempenha um papel fundamental em todas as atividades, assumindo um papel preponderante nas atividades económicas, e no seu desenvolvimento. Nas últimas décadas caracterizaram-se por um forte crescimento do consumo de energia elétrica produzida a partir de combustíveis fósseis. Este crescimento do consumo de energia associadas essencialmente a problemas da escassez de combustíveis fósseis e as alterações climáticas representam cerca de 80% da matriz energética mundial, segundo a Agência internacional de Energia (AIE) [7], tal situação permanecerá até 2035.

Estima-se que em 2035 a procura mundial será de 99 milhões barris/dia e nesta condição o preço por barril chegar a U\$ 113,00.

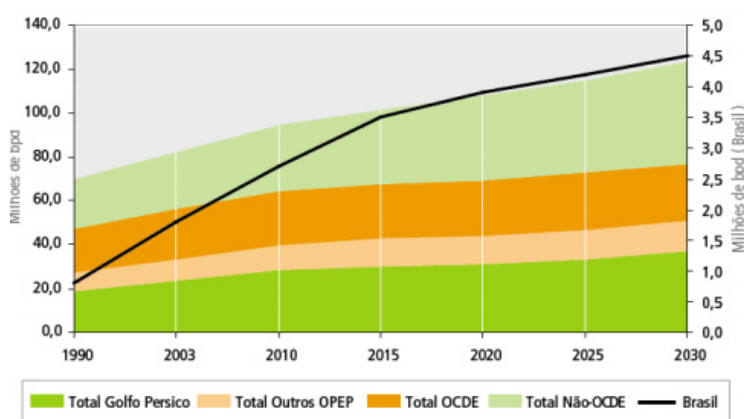


Gráfico 4 – Evolução da produção do Petróleo no Mundo no horizonte de 2030 [7]

Com uma matriz energética mundial fortemente dependente dos combustíveis fósseis, em 2011 as emissões de dióxido de carbono atingiram um novo recorde, segundo um instituto Alemão do sector das energias renováveis [8], a queima de combustíveis fósseis, em todo o Mundo terá sido responsável pela libertação de 34 mil milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> para atmosfera.

As consequências das emissões de gases do efeito de estufa (GEE) têm impacto direto no aumento da temperatura do planeta e potenciando alterações climáticas. Estas alterações refletem-se no aumento do nível médio dos oceanos por liquefação dos polos, na desertificação e diminuição da periodicidade de catástrofes naturais, são alarmantes e podem tornar-se catastróficas.

Neste contexto, cada vez mais há um consenso de que é urgente intervir para alcançar um novo equilíbrio que esteja em harmonia com o ambiente e respeite os direitos das gerações futuras.

Em Resposta do problema do aquecimento global, o protocolo de Quioto, tratado internacional com compromissos para a redução da emissão dos gases que provocam o efeito estufa, estabeleceu limites obrigatórios para os países desenvolvidos, relativamente às emissões de gases com efeito de estufa, pelo menos, 8% em 2012 tomando como referencia os níveis de 1990. O acordo gerou a adoção de uma serie de metas de resolução regionais e nacionais.

Atualmente negociam-se segunda fase do acordo, que abrange o período de 2013 a 2017, no qual os países industrializados deverão reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> em 18% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2018 e 2022, a redução deve aumentar para 30%, estima-se que como esses cortes será possível manter o aumento médio da temperatura global abaixo do limite de 2°C, caso o aumento da temperatura ultrapassar os 2°C, os impactos da mudança do clima serão incontroláveis.

Cabo Verde também subscreveu o Protocolo de Quioto assumindo alguns compromissos. Apesar de ser um país em vias de desenvolvimento e fazer parte dos países não pertencentes aos grupos dos chamados de Anexo I, que não têm compromissos quantificados de redução ou limitação de emissões antrópicas de gases de efeito de estufa controlados pelo Protocolo de Montreal, reconhece-se que as suas contribuições para as emissões globais dos gases de efeito de estufa deverão crescer, de forma a atender as suas necessidades sociais e de desenvolvimento.

Devido à sua característica geográfica e climática, o efeito da mudança climática como: “aumento da frequência e intensidade de inundações e secas, perdas na agricultura e ameaça à biodiversidade; mudança do regime hidrológico, expansão de vetores de doenças endémicas; a subida do nível medio do mar pode vir a afetar todas as ilhas do arquipélago, em especial as ilhas mais planas” [9], pode causar consequências drásticas para o país.

Com o crescente desenvolvimento do país e a melhoria da qualidade de vida dos residentes, o consumo de energia tem vindo a aumentar. No entanto a rede elétrica do país não tem acompanhado esse desenvolvimento, registando vários obstáculos neste sector como: “garantia de fornecimento de energia às populações causada essencialmente pela ocorrência de falhas e avarias nos grupos geradores e ocorrência de defeitos nas redes de transporte e distribuição; perdas nas redes elétricas (técnicas e comerciais)”, do total da energia produzida em 325.420.684 kWh (2011) apenas foram distribuídas para a rede pública 294.996.875 kWh [4], “em termos percentuais passaram de 26,1% no ano 2010 para 27,0% no ano 2011 com maior ocorrência na ilha de Santiago; constantes roubos/fraudes de energia elétrica que atinge particularmente a ilha de Santiago alcançou níveis muito preocupantes, falta de estrutura e questões financeiras”.

Por outro lado, a garantia da disponibilidade da energia revela-se de carácter primordial, o país é dependente da água dessalinizada que por sua vez, exige um processo energético intenso, consumindo cerca de 10% da energia produzida em Cabo Verde [10].

Contudo, o país é extremamente limitado no que respeita a recursos energéticos de origem fóssil, dependendo substancialmente de importações e da volatilidade dos mercados petrolíferos, ficando, assim, sujeita às constantes variações do preço dos combustíveis, para além disso Cabo Verde não dispõe de unidades de armazenamento de combustíveis que possibilite suavizar os efeitos dessas oscilações. Esta situação faz com que o custo da eletricidade seja cerca de 70% superior da União Europeia [10].

A fim de reduzir a forte dependência das importações de combustíveis, um dos principais objetivos da política energética de Cabo Verde é “cobrir 50% das suas necessidades de energia elétrica com recurso às energias renováveis e pelo menos uma ilha seja 100% renovável até 2020”.

Porém, a produção de energia a partir das energias renováveis, tais como o sol e o vento, devido a sua intermitência, são caracterizados por variações ao longo do tempo. Isso faz com que em determinadas alturas possa haver grandes quantidades de energia, que é preciso escoar, e noutros momentos possa também haver quedas bruscas de produção, necessitando por isso da existência de outras centrais que se encontram em reserva, para colmatar essas mesmas reduções.

Além disso, em Cabo Verde ainda não existe preocupação com a eficiência energética em edifícios, que é uma preocupação em quase todos os países. Neste contexto a promoção da eficiência energética e energias renováveis no país revela-se fundamental para contribuir para a política energética sustentável e na prossecução do compromisso dos programas e ações relacionadas ao desenvolvimento sustentado, visando o cumprimento do estabelecimento do protocolo Quioto.

Em Cabo Verde à adoção de medidas urgentes capazes de inverter a situação de ineficiência energética, nomeadamente a eficiência energética nos edifícios e políticas de incentivo ao desenvolvimento de energias renováveis serão um dos caminhos a seguir para ajudar na resolução de muitos problemas energéticos que o país atravessa.

A implementação de planos e programas de eficiência energética e energias renováveis vai permitir uma maior consciencialização por parte dos consumidores sobre as práticas de poupança de energia, permitindo ainda melhorar o rendimento familiar, tendo em conta o elevado custo da energia no País.

Segundo a Comissão Europeia, “a eficiência energética constitui um instrumento precioso para vencer desafios como: aumentar a segurança do aprovisionamento energético, reduzir o consumo de energia primária e diminuindo as importações de energia; ajudar a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa de forma eficaz em termos de custos e contribuir para atenuar as alterações climáticas” [11].

Cada vez mais têm-se multiplicado as iniciativas para a promoção da eficiência energética. Em todo o mundo têm havido melhorias nos processos e nas pesquisas de novas tecnologias energéticas mais eficientes. A título de exemplo em Portugal várias políticas que visam a promoção da eficiência energética e a valorização das energias endógenas já foram implementadas como, o Plano Nacional de Ação da Eficiência Energética (PNAEE), o Programa Nacional para a Eficiência Energética nos Edifícios (P3E), etc.

Para além de se continuar a estimular o desenvolvimento das energias renováveis, a eficiência energética, é fundamental alertar as pessoas, que por meio de escolhas, aquisição e utilização adequada dos equipamentos e por vezes pequenos gestos do seu dia-a-dia farão a diferença e o ajudarão a alcançar significativas poupanças de energia, manter o conforto e aumentar a produtividade das atividades dependentes de energia, com vantagens do ponto de vista econômico e ambiental, sendo que cada atitude individual é passo importante para a mudança global.

### ***1.3. OBJETIVOS***

A elaboração da presente dissertação visa a análise no que diz respeito à temática da eficiência energética, bem como, energias renováveis nos edifícios. Pretende-se promover a eficiência energética, sensibilizar e potenciar o conhecimento nesta área bem como apresentar novas oportunidades de inovação e desta forma contribuir para que os edifícios sejam mais sustentáveis e com maior eficiência energética. Nesta linha demonstrar que existem procedimentos e tecnologias disponíveis que permitem atuação eficaz sobre a energia consumida, mantendo ou mesmo melhorando os níveis de conforto e bem-estar dos seus ocupantes.

Deste modo, o trabalho desenvolvido nesta dissertação tem os seguintes objetivos:

- Analisar as diferentes alternativas para melhorar a eficiência energética de edifícios;
- Analisar planos, legislação e outras ações que vêm sendo realizadas em relação à eficiência energética e energias renováveis;
- Energias Renováveis em Edifícios;
- Implementação de um sistema de energias renováveis de forma aumentar a eficiência energética de um edifício.

## ***1.4. METODOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO***

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho, de forma a atualizar e enquadrar a situação atual do conhecimento sobre o tema em estudo e assuntos relacionados, recorreu-se através de uma extensa pesquisa bibliográfica, as fontes de informação, publicadas em vários suportes desde livros, revistas científicas da especialidade, relatórios, documentos oficiais, legislação e regulamentação, publicações na Internet.

O trabalho final encontra-se dividido em oito Capítulos e Anexos, estruturados e resumidos da seguinte forma:

### **Capítulo 1 – Introdução**

É realizada uma breve introdução, composta por um enquadramento temático, onde descreveu-se o arquipélago de Cabo Verde com destaque para a sua localização geográfica, contextualização do sector energético e a sua dependência dos combustíveis fósseis. Ainda neste capítulo apresenta-se a definição dos objetivos e a organização do trabalho proposto.

### **Capítulo 2 - Caracterização Energética**

No capítulo 2 é feita a caracterização energética em Portugal e Cabo Verde por atividades de serviços.

### **Capítulo 3 - Eficiência Energética em Edifícios**

Neste capítulo é dedicado à um conjunto de conceitos que se revelaram imprescindíveis para o desenvolvimento do presente trabalho. Deste modo, é feita uma abordagem à eficiência energética, com ênfase especial na redução de consumo de energia em edifícios. Posteriormente procede-se à descrição de conceitos como a Sustentabilidade, Construção Bioclimáticas, as estratégias envolvidas no sentido de conseguir o aumento da eficiência energética nos edifícios no contexto de Cabo Verde.

Retrata-se também neste capítulo a Utilização Racional de Energia bem como um conjunto de medidas e ações que podem ser tomadas para otimizar a utilização de energia nos edifícios. É feita uma breve descrição da Reabilitação dos edifícios e os principais pontos sobre a Gestão de Energia.

#### **Capítulo 4 - Políticas Legal e Regulamentar**

Neste capítulo são descritos programas e legislações Europeias e Portuguesa associados à eficiência energética nos edifícios e energias renováveis. Neste capítulo não se procura abordar exaustivamente todos os planos e regulamentos existentes. Procura-se, antes, fazer uma referência, de modo que esta tese venha na sua sequência, informar, sensibilizar os decisores responsáveis, para o interesse da criação de um adequado quadro regulamentar, de fiscalização e controlo nos edifícios e de apoio a incentivos a eficiência energética e as energias renováveis.

O intuito deste capítulo é salientar o papel da regulamentação política, e outras ações que vêm sendo realizadas em relação à eficiência energética e energias renováveis, que podem servir de exemplos relevantes para a implementação de programas de eficiência energética e energias renováveis em Cabo Verde adequado à realidade do país, tendo em vista a concretização dos seus potenciais benefícios, em termos de diminuição do consumo de energia, menor produção de gases causadores do efeito estufa e possibilidade de conscientização e mudança comportamental para a sociedade.

Ainda no Capítulo 4, caracteriza-se o funcionamento da certificação energética dos edifícios, através da identificação etapas e processos de certificação energética dos edifícios, as auditorias energéticas e por fim as Etiquetagem.

#### **Capítulo 5 - Energias Renováveis em Edifícios**

Neste capítulo caracteriza-se as energias renováveis. Identifica-se as principais fontes de energias renováveis existentes em Cabo Verde, efetuando o ponto de situação dos projetos desenvolvidos.

Apresenta-se tecnologias e sistemas disponíveis na integração das energias renováveis nos edifícios, visando maximizar a penetração das energias renováveis. Apresenta-se ainda, neste capítulo, o conceito da microgeração fazendo uma breve referência às legislações vigente em Cabo Verde e Portugal.

## **Capítulo 6 - Caso de estudo**

O sexto capítulo refere-se ao caso de estudo prático. É estudada a implementação de um sistema de microprodução e de interface com a rede elétrica num edifício na ilha de Santiago. Recorreu-se a uma ferramenta de simulação, sendo analisado diferentes tecnologias fotovoltaicas, tendo em consideração a eficiência energética e custo dos mesmos. Através dos resultados obtidos foram analisadas as produções de energia fotovoltaica e análise financeira para os investimentos em causa.

## **Capítulo 7 – Conclusões**

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões do trabalho desenvolvido. São ainda propostos possíveis trabalhos futuros.

## **Capítulo 8 - Bibliografia Consultada**

No oitavo e último capítulo finaliza a dissertação apresentando-se a bibliografia consultada para o desenvolvimento do trabalho. Por fim, apresentam-se os Anexos, onde são apresentados todos os resultados obtidos nas simulações realizadas.

## 2. Caracterização Energética

Uma vez que no presente trabalho analise-se as medidas que possam contribuir para a eficiência energética em edifícios, salientando, sobretudo, um maior aproveitamento energético, o objetivo deste capítulo é apresentar a situação energética Portuguesa, com forma de auxiliar a avaliação da realidade Cabo-verdiana, para que nos próximos capítulos seja possível identificar e caracterizar, medidas que podem ser implementadas e incentiva-las no país.

### 2.1. PORTUGAL

O crescimento do consumo de energia nos edifícios associado à satisfação do conforto, uma vez que passamos cerca de 90% do nosso tempo em edifícios representa uma taxa de crescimento de cerca de 4% e 8% ao ano, respetivamente nos edifícios residenciais e nos de serviços [12].

O sector dos Edifícios em Portugal assume um papel fundamental na promoção da eficiência energética, representando cerca de 29% do consumo de energia final, sendo 17% associado ao consumo do sector residencial e 12% associado ao no sector serviços conforme apresenta-se no gráfico 5.

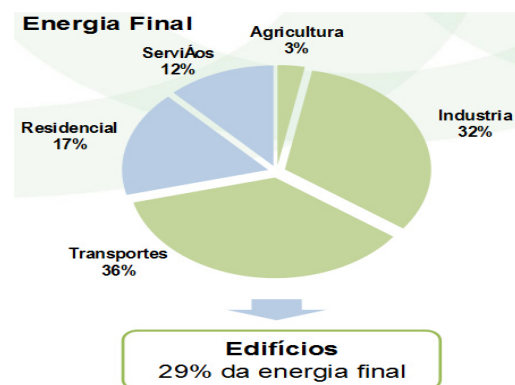


Gráfico 5 - Energia Final [13].

Em Portugal existem cerca de 3,3 milhões de edifícios de serviços e residenciais, a grande maioria da energia final consumida no sector dos Edifícios é consumida sob a forma de energia eléctrica.

Em 2011 o balanço energético do sector dos edifícios em Portugal foi responsável por 62% do consumo total de energia eléctrica do país de acordo com o gráfico 6.

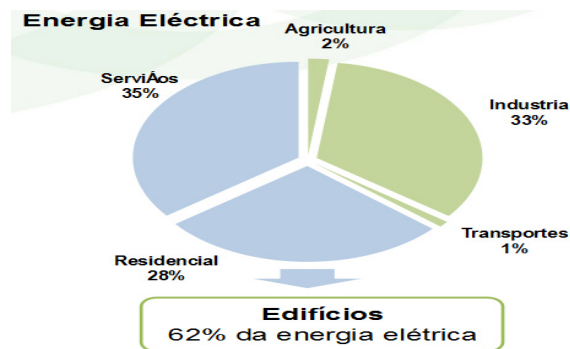


Gráfico 6 – Consumo de energia eléctrica nos edifícios [13]

### 2.1.1. RESIDENCIAIS

O sector residencial com 3.9 milhões de alojamentos contribuem com 30% dos consumos de eletricidade em Portugal, sendo que o aumento do conforto, a qualidade dos edifícios, os responsáveis por esse consumo [12].

Gradualmente comodidades como as necessidades ligadas à higiene, as necessidades básicas na confeção e conservação dos alimentos, as necessidades de conforto térmico (aquecimento e arrefecimento), o uso de equipamentos de entretenimento e equipamentos eléctricos de apoio às tarefas (computadores pessoais, eletrodomésticos, etc.), foram sendo postas à disposição dos utilizadores de edifícios de habitação traduzindo-se num acréscimo de investimento e num maior consumo de energia e consequente aumento da emissão de gases que contribuem para o aquecimento global [12].

Outros fatores que contribuem para o aumento do consumo de energia residem na ineficiência dos próprios equipamentos utilizados no sector, edifícios incluídos, dos maus procedimentos e hábitos de utilização desses mesmos equipamentos. Isto deve-se, não só a razões comportamentais dos consumidores, como também ao período necessário para a substituição dos equipamentos e progressiva recuperação dos edifícios.

Em termos de utilizações finais, uma habitação média consome cerca de 3.700 kWh por ano, divididos da seguinte forma: Cozinhas 40,5% como a maior parte da energia consumida, iluminação 13,6%, equipamentos elétricos responsável por 32,9%, aquecimento e arrefecimento 4%, conforme se verifica no Gráfico 7.

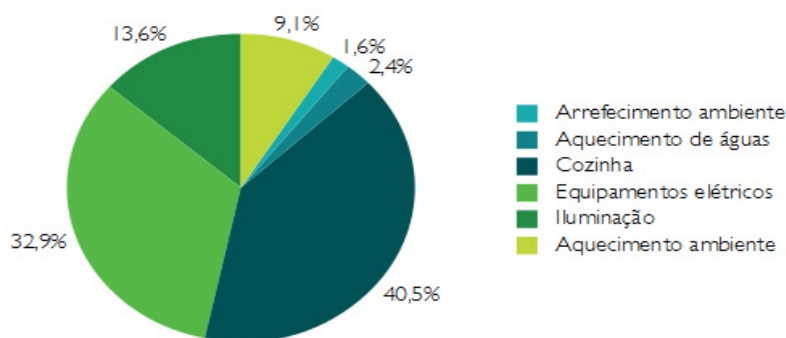


Gráfico 7 - Repartição dos consumos de eletricidade pelos diferentes usos finais em 2010 [12]

Em análise do gráfico 7, o consumo bastante significativo dos equipamentos elétricos e a cozinha, evidencia a necessidade de uma atenção particular à eficiência energética dos equipamentos consumidores de eletricidade, assim como aos procedimentos e hábitos de utilização desses equipamentos.

### 2.1.2. SERVIÇOS

O sector de serviços foi um dos que mais cresceu nos últimos anos, quer em termos de número total de edifícios existentes, quer em termos de utilização de energia em cada edifício. Por se tratar de sector muito heterogéneo, a distribuição dos consumos energéticos finais e a sua utilização está relacionada com o tipo de serviço prestado.

De acordo como o tipo de serviço, os consumos dos edifícios variam muito, por exemplo em hotéis metade dos consumos de energia provém da eletricidade e a maior fatia corresponde aos gastos com a climatização, já em supermercados os consumos são quase exclusivamente de origem elétrica, sendo que a maior parte são gastos com a climatização. Devido ao elevado e crescente consumo de energia, este sector, assim como o residencial, são as atividades responsáveis pelo maior aumento percentual das emissões de gases que contribuem para o aquecimento global [14].

## 2.2. CABO VERDE

Nos últimos 10 anos, a procura total de energia elétrica em Cabo Verde registou um crescimento médio superior a 8%, tendo atingido os 302 GWh em 2009. Os sectores de atividades responsáveis pelo consumo de energia são divididos em Residencial subdividido em urbano e rural, Comércio/Industria/Agricultura, Instituições subdividido em Estado, Autarquias, e Órgãos sociais e por fim a Dessalinização e Bombagem.

As ilhas que representaram maior procura de energia elétrica conforme podemos verificar no Gráfico 8 são a ilhas, de Santiago representando 50% da procura total das ilhas, São Vicente e Sal [15].

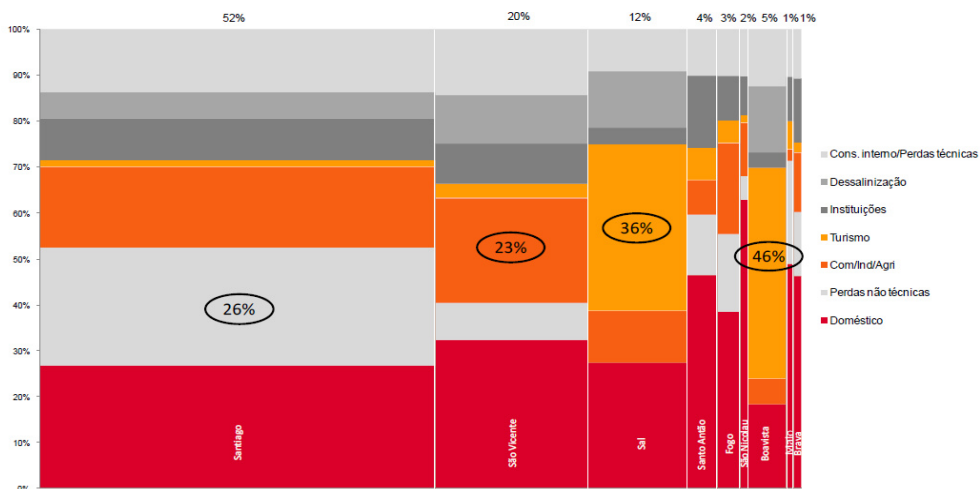


Gráfico 8 – Repartição da procura de energia elétrica por sector e por ilhas em 2009 [15]

Da análise do gráfico anterior torna-se evidente que as ilhas apresentam perfis de consumo distintos. A ilha de Boavista apresentou um consumo assinalável, sendo, evidente, que o sector do turismo representa quase metade do consumo total da ilha no referido ano.

Pode-se verificar ainda no Gráfico 8, o peso das perdas não técnicas (diferença entre perdas totais e as perdas técnicas), tomando como exemplo a ilha de Santiago, estas representam cerca de 25%, o que, em conjunto com o sector doméstico, constitui mais de 50% da procura total. A atribuição da totalidade das perdas não técnicas ao sector doméstico significa que, em cada duas unidades de energia elétrica, apenas uma unidade é efetivamente faturada [15].

Sendo a ilha de Santiago a ilha com o maior peso no que respeita à procura de energia elétrica no país, apresenta-se de seguida, a evolução e estimativas da procura de cada um dos sectores. Devido à sua elevada representatividade face ao consumo total de energia elétrica dividiu-se a ilha de Santiago em dois sistemas distintos, Praia e Interior conforme a Tabela 1. Esta divisão considerada resultou da análise dos “Relatórios e contas “ da Electra, visa essencialmente, distinguir as dinâmicas de evolução de um sistema mais urbano e desenvolvido (caso da Cidade da Praia), de outro cuja população vive maioritariamente em meios rurais (como se verifica no Interior).

**Tabela 1 – Divisão do sistema elétrico na ilha de Santiago [9]**

<b>Sistema</b>	<b>Concelho</b>
<b>Praia</b>	São Lourenço dos Órgãos
	Praia
	Ribeira Grande de Santiago
	São Domingos
	São Miguel
	Santa Cruz
<b>Interior</b>	Tarrafal
	Santa Catarina
	São Salvador do Mundo

### 2.2.1. SANTIAGO

A procura de energia eléctrica do sistema praia representou cerca de 52% da procura total de Cabo Verde, conforme o Gráfico 9, tem registado uma tendência crescente, com uma TCMA (Taxa de Crescimento Média Anual) de 9,4% (2000-2009), tendo atingido aos 143 GWh no ano de 2009. A ponta do consumo atingiu, no mesmo ano, um máximo de 25,575 kW, apresentando, no mesmo período, uma TCMA de 100%.

O sistema Interior representou cerca de 5,3 % (2009) da procura total de energia de Cabo Verde e tem registado uma tendência crescente, com uma TCMA de 11,1% (200-2009), tendo atingido os 14,8GWh no ano 2009, verificando também, no mesmo ano, um máximo de 3.494 kW da ponta do consumo, apresentando, uma TCMA de 10,5% [15].

No Gráfico que se segue encontra-se representada a repartição da procura sectorial da ilha de Santiago para o ano de 2009.

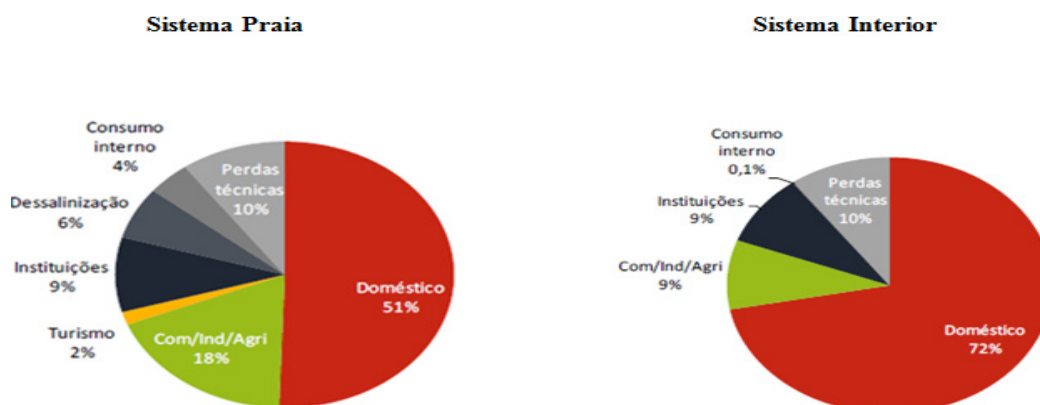


Gráfico 9 – Repartição por sector da procura em 2009 [15]

#### 2.2.1.1. SECTOR DOMESTICO

Conforme se pode verificar no gráfico 10, o sector doméstico é que apresentou maior peso na procura total de energia, representando com 51% no Sistema Praia e 72% no Sistema Interior.

Estima-se que a procura do sector doméstico do sistema Praia atingirá um valor próximo de 108 GWh e 15 GWh do interior em 2015 (ver Gráfico 10), este facto deve-se ao aumento do consumo doméstico *per capita*, do crescimento da população da ilha e, da taxa de eletrificação [15].

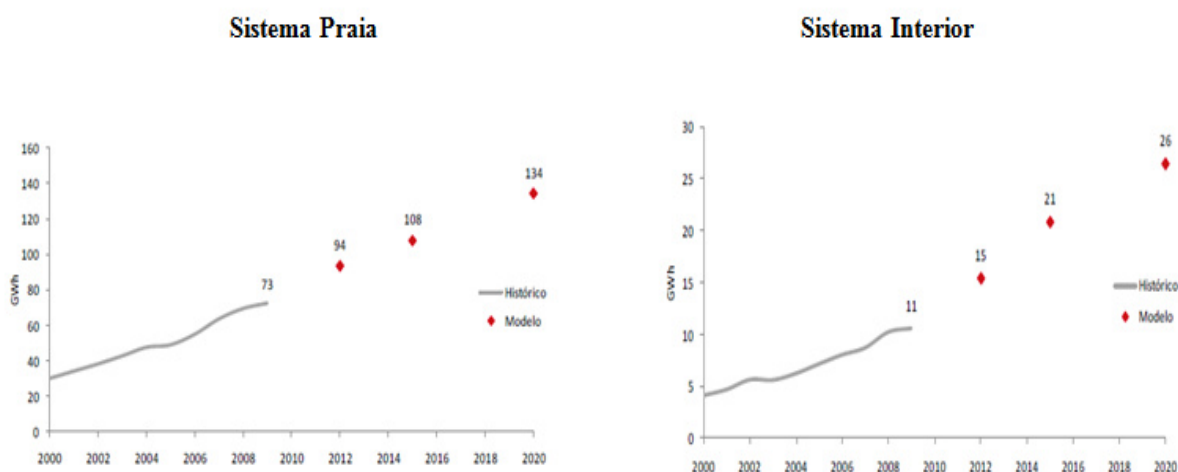


Gráfico 10 – Evolução e previsão da procura do sector domestica até 2020 [9]

### 2.2.1.2. SECTOR COMERCIO/INDUSTRIA/AGRICULTURA

Os Sectores Comercio/Industria/Agricultura apresentaram em 2009, em conjunto, cerca de 18% (Sistema Praia) e 9 % (Sistema Interior), da procura total de energia.

Entre 2000 e 2009 a procura destes sectores aumentou a uma TCMA de 9,8% (Sistema Praia) e 8,3% (Sistema Interior), atingindo valores de, aproximadamente, 26 GWh (Sistema Praia) e 1,3% (Sistema Interior). Embora nos últimos tempos se tenha verificado uma ligeira redução no aumento da procura, possivelmente motivado pela crise económica internacional, prevê-se para os próximos anos, um crescimento acentuado (TCMA de 6,6% (Sistema Praia) e 10 % (Sistema Interior)) deste sector.

De acordo com a projeção efetuada, o consumo elétrico atingira valores próximos de 42% GWh (Sistema Praia) e 2,9% (Sistema Interior) no ano de 2015, como se pode verificar no Gráfico 11.

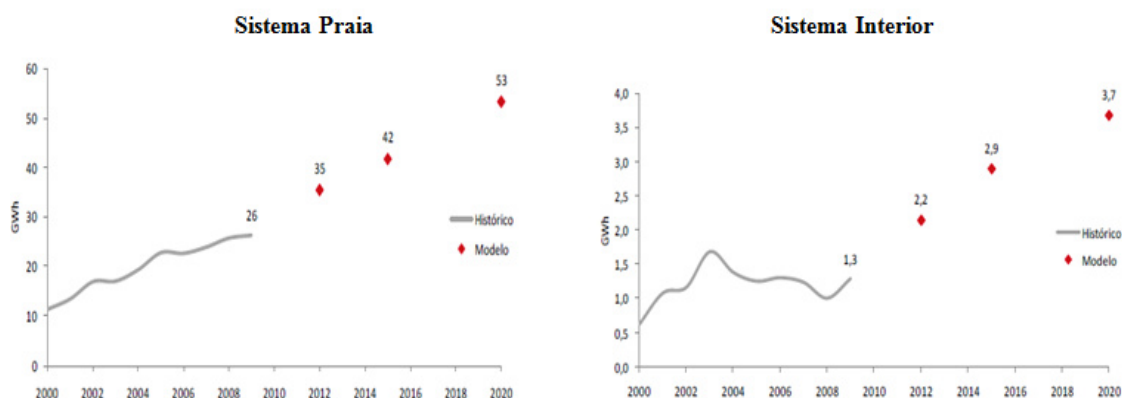


Gráfico 11 - Evolução e previsão da procura dos sectores Comercio/Industria/Agricultura até 2020 [15]

### 2.2.1.3. *TURISMO*

O sector Turístico em Cabo Verde é considerado como um dos principais motores de desenvolvimento do país tendo registado na última década, um forte crescimento com a construção/reabilitação de um elevado número de estabelecimentos associado a um crescimento substancial do número de turistas que visitam a Arquipélago. A importância do turismo, em termos socioeconómicos, reflete-se também nas necessidades energéticas do País [15].

O sector do Turismo representou em 2009, 2% da procura total de energia conforme se pode verificar no Gráfico 12. Estima-se que, até ao ano 2014, a procura do turismo aumente moderadamente, evoluindo a um ritmo mais acentuado entre 2015 e 2020, acompanhado a previsível retoma da economia entre 2015 e 2020. Estima-se ainda, que este sector atinja um valor próximo dos 5,1 GWh em 2020, registando uma TCMA de 7,7% entre 2009 e 2020, consideravelmente superior à que se verificou no período 2000-2009 (2,8%).

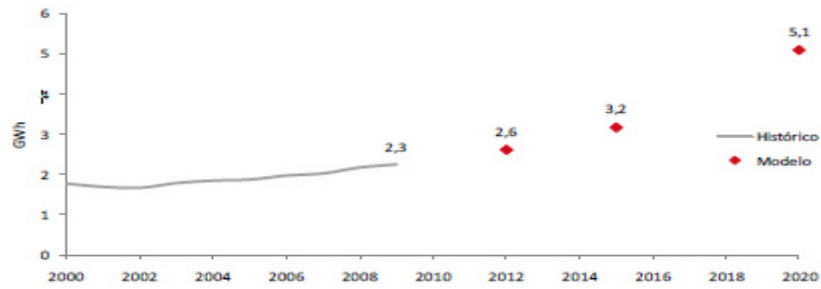


Gráfico 12 - Evolução e previsão da procura do sector Turismo até 2020 (Sistema Praia) [15]

#### 2.2.1.4. INSTITUIÇÃO

A procura de energia deste sector representou, em média cerca de 9 % (Sistema Praia e Sistema Interior) da procura de energia em 2009. No Gráfico 13 apresenta-se a evolução da procura deste sector, bem como as previsões para os anos 2015 e 2020.

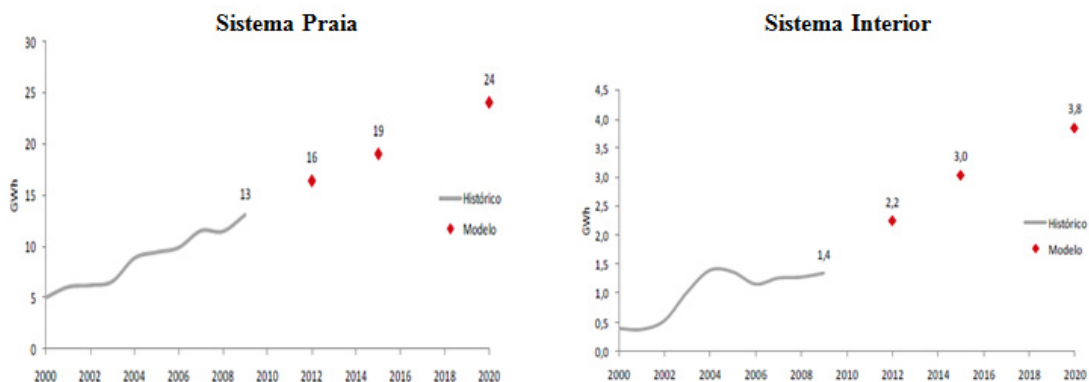


Gráfico 13 - Evolução e previsão da procura do sector Instituição até 2020 [15]

#### 2.2.1.5. DESSALINIZAÇÃO

À semelhança do sector do Turismo, a Dessalinização de água representa um peso importante na procura de energia elétrica em Cabo Verde, particularmente na ilha de Santiago, onde este sector ronda os 6% em relação à procura total de energia.

Apesar de, nos últimos anos, se ter assistido a um crescimento muito ligeiro do consumo de energia elétrica (ver Gráfico 14) para Dessalinização de água, estima-se que nos próximos anos, a inversão da situação, registando uma evolução de cerca de 16% (Sistema Praia) [15].

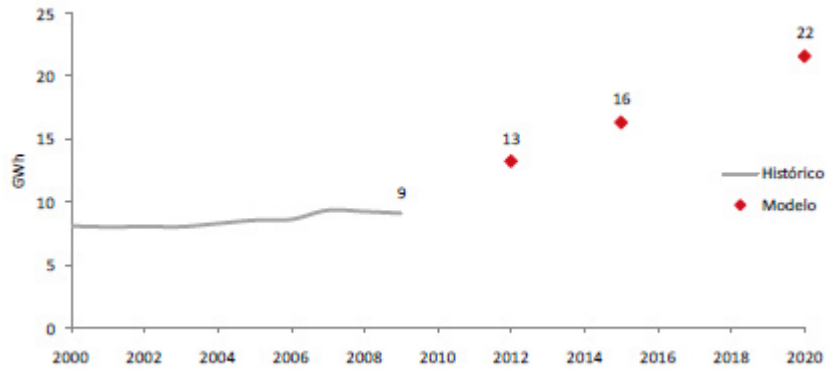


Gráfico 14 -- Evolução e previsão da procura referente à Dessalinização até 2020 Sistema Praia [15]

### **3. Eficiência Energética em Edifícios**

A eficiência energética pode ser definida como a uma atividade que procura otimizar o consumo de energia. Antes de se transformar em calor, frio, movimento ou luz, a energia sofre um percurso mais ou menos longo de transformação, durante o qual uma parte é desperdiçada e a outra, que chega ao consumidor, nem sempre é devidamente aproveitada, gerando desperdícios prejudiciais para o ambiente.

Parte destas perdas é inevitável e deve-se a questões físicas, mas outra parte é perdida por mau aproveitamento e falta de otimização dos sistemas. A eficiência energética pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo, desde que a energia é transformada até mais tarde, quando é utilizada [16].

Contudo o desperdício de energia não se esgota apenas na fase de transformação ou conversão, ocorrendo também durante o consumo. Neste contexto a Eficiência energética dos edifícios (EEE) pretende, assim, trazer o máximo de conforto aos utilizadores sem depender de grandes quantidades de recursos. Baseando-se na qualidade da construção com uma escolha adequada dos materiais, aproveitamento de fontes de energias renováveis, dando-se particular atenção às técnicas da arquitetura bioclimática [17].

Logo, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporcionam as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

A transformação deste paradigma exige uma forte consciencialização social, investimento e inovação, assim como, a adoção de uma estratégia política adequada e equilibrada que promova uma efetiva valorização da eficiência energéticos nos edifícios.

Essas mudanças comportamentais não necessitam de criar desconforto, privação, ou redução de recursos, mas sim promover o acesso à informação relativa à quantidade de energia consumida e desperdiçada, de forma a poderem optar por soluções mais inteligentes [18].

Determinadas medidas de eficiência energética são bastante conhecidas por serem do senso comum, por exemplo, apagar a luz quando não estamos numa divisão da casa, outras são alcançadas por desenvolvimentos tecnológicos. Mas é importante perceber onde estão as motivações das pessoas e onde podemos atuar e promover a sensibilização dessas pessoas.

Alguns fatores sociais, económicos e psicológicos, podem influenciar o comportamento dos utilizadores na compra dos equipamentos e de fazerem poupanças em energia, de acordo Tabela2, “as pessoas normalmente percebem o que é poupar energia e sabem como fazê-lo”. Porém muitos não o fazem pelo custo e esforço ou dizem que é um esforço grande demais.

**Tabela 2 -Razões para não ter feito quaisquer poupanças em energia [19].**

	Completa- mente	Talvez sim	Nem sim nem não	Talvez não	De forma nenhuma
Não quer perder conforto	3,5%	32,2%	5,2%	29,8%	29,3%
Seria uma gota no oceano	2,4%	23,1%	3,7%	26,4%	44,5%
Não tem meios financeiros	1,7%	23,3%	5,2%	30,4%	39,4%
Requer demasiados esforços	1,9%	19,4%	4,8%	30,8%	43,1%
Não sabe o que é necessário	3,3%	15,7%	4,7%	33,4%	42,9%
Não vê a utilidade	0,5%	3,5%	0,4%	23,5%	72,1%

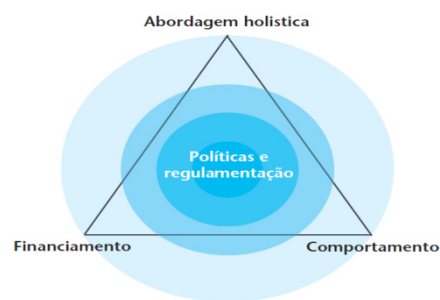
Em análise a Tabela 2, verifica-se que 36% não querem perder o conforto; 24% pensam que as suas ações são apenas uma gota no oceano; outros 25% dizem que não a podem suportar e 22% dizem que é um esforço grande demais.

Existem diversas barreiras à adoção de equipamentos e hábitos de consumo mais eficientes por parte dos consumidores o que torna-se imprescindível a adoção de políticas e regulamentação apropriadas para a promoção da eficiência no consumo.

Estas barreiras/falhas de mercado dificultam/impedem a tomada de decisões eficientes pelos agentes económico, nomeadamente o custo elevado de equipamentos eficientes, a falta de consciência e informação, influenciando a tendência para a compra de equipamento mais barato, de reduzida eficiência energética e tempo de vida útil e o retorno de investimento relativamente longo, etc.

Segundo o relatório World Business Council for Sustainable Development, “existem três abordagens que podem ajudar a quebrar essas barreiras: uma abordagem holística na conceção, mecanismos financeiros e de relacionamento e alterações comportamentais”.

Estes elementos devem ser trabalhados em conjunto para maximizar o potencial de cada um, apoiado por políticas e regulamentos eficazes como mostra a Figura 3.



**Figura 3 – As três abordagem de suporte [19]**

Estes conceitos podem mudar a forma como o mercado e as pessoas singulares respondem, “aumentando o valor de mercado da eficiência energética em edifícios e permitindo a indústria da construção a trabalhar para lá das fronteiras e aumentar o foco na eficiência energética de várias formas”:

- A comunidade financeira vai apoiar investimentos em eficiência energética;
- A comunidade dos materiais e equipamentos vão oferecer produtos e serviços que suportem economicamente estas soluções;

- Os proprietários e operadores vão suportar e valorizar as operações de eficiência energética;
- As empresas de energia vão suportar a distribuição inteligente o conteúdo sustentável de energia para e a partir dos edifícios;
- A comunidade de *designers* vai desenhar soluções energeticamente eficientes.

“O desafio é afetar permanentemente o comportamento. A informação e a educação são elementos chave para transformar o conhecimento em ação. Isto inclui campanhas publicitárias em eficiência energética, rotulagem em aparelhos, avisos sobre equipamentos de eficiência energética ou desempenho, educação nas escolas e a utilização de tecnologias de informação tais como contadores de consumo. O aconselhamento a especialistas durante auditorias pode ser necessário para ajudar as pessoas a tornarem-se conscientes de possíveis poupanças em energia e para medir o impacto do seu comportamento” [19].

### **3.1. *DESENVOLVIMENTO SUSTENTABILIDADE***

O desenvolvimento Sustentável tem sido assunto em várias organizações privadas, públicas e, inclusive, em âmbito internacional, devido à relevância na criação de projetos que visam à sustentabilidade.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu pela primeira vez na década de 80 pelo Relatório Brundtland. O documento foi criado para responder o agravamento do meio ambiente, “à desagregação social, ao desenvolvimento económico assimétrico e à diminuição dos recursos naturais que encaminhavam a sociedade para um futuro incerto. Definiram-se medidas com vista a promover o desenvolvimento sustentável tendo principal incidência na racionalização do consumo de energias e de recursos não renováveis” [10].

A procura incessante de satisfazer as necessidades humanas de uma população cada vez mais exigente que cresce a grande velocidade, “a ideia de desenvolvimento sustentável tem por base o princípio de que o Homem deve gastar os recursos naturais de acordo com a capacidade de renovação desses recursos, de modo a evitar o seu esgotamento” (figura 4). Ou seja o desenvolvimento sustentável é um conceito que se traduz em ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades do presente, sem comprometer futuras gerações.

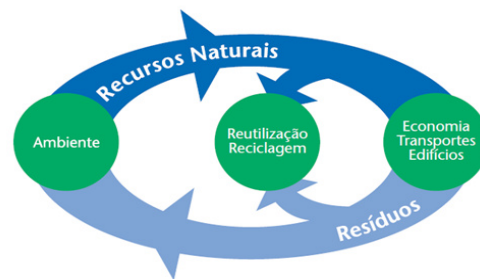


Figura 4 – Utilização dos recursos naturais [20].

“A sustentabilidade assenta nos seguintes princípios ou regras de gestão de recursos” [20]:

- Exploração dos recursos renováveis não deve exceder ritmos de regeneração;
- As emissões de resíduos poluentes devem ser reduzidas ao mínimo e não devem exceder a capacidade de absorção e de regeneração dos ecossistemas;
- Os recursos não renováveis devem ser explorados de um modo quase sustentável limitando o seu ritmo de esgotamento ao ritmo de criação de substitutos renováveis.

Conforme se pode verificar na Figura 5, O conceito de desenvolvimento sustentável, assenta em três pilares (social, económico e ambiental), visa minimizar os impactes ambientais da atuação do Homem sobre a natureza, procurando alertar para a necessidade de reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos e preservar a função e a biodiversidade dos sistemas naturais.

Só pode ser alcançado se estes três eixos se evoluírem de forma harmoniosa, neste sentido é relevante salientar os seguintes aspetos [20]:

- Os processos económicos, sociais e ambientais estão fortemente interligados;
- O desenvolvimento sustentável vai para além da conservação ambiental;
- As atividades desenvolvidas no presente e no médio prazo devem garantir a satisfação global das necessidades das gerações futuras;
- O desenvolvimento sustentável apela a mudanças estruturais a longo prazo na economia e no sistema social, com o objetivo de reduzir o consumo dos recursos naturais mantendo o potencial económico e a coesão social.

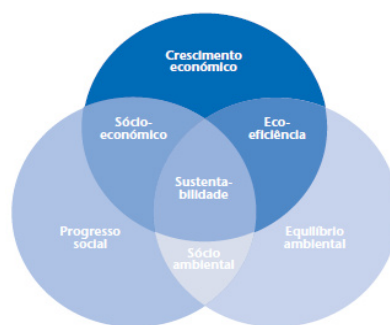


Figura 5 - Dimensão ambiental, económica e social do desenvolvimento sustentável [20].

### 3.2. *CONSTRUÇÃO BIOCLIMÁTICA*

A Construção Bioclimática consiste na conceção de um edifício tendo em consideração o clima local, aproveitando os recursos naturais disponíveis (Sol, vento, vegetação), de forma a otimizar o conforto térmico no seu interior reduzindo os consumos de energia, tendo como princípio conjunto de regras ou medidas de carácter geral, destinadas a influenciar a forma do edifício, bem como os seus processos, sistemas e componentes construtivos [20].

Embora pareça um conceito novo, é tradicionalmente utilizado desde a antiguidade. Com base no empirismo e na lógica, o conceito arquitetura bioclimática surgiu numa altura em que não existia tecnologia que pudesse responder às necessidades de climatização e de iluminação, obrigando a uma construção eficiente em perfeito equilíbrio com a envolvente, quer ao nível dos materiais usados, quer ao nível das características do clima [21].

Um edifício concebido a partir de estratégias bioclimáticas poderá influenciar significativamente o seu desempenho em termos do conforto térmico no seu interior e, conseqüentemente, dos seus ocupantes. “Como o consumo energético depende das condições de conforto que os ocupantes querem atingir, se o edifício estiver pouco adaptado ao clima local será necessário maior consumo de energia para atingir as condições de conforto térmico pretendido. Contudo, se na conceção de um edifício forem utilizadas as estratégias bioclimáticas corretas fica mais próximo de atingir as condições de conforto térmico e de diminuir os respetivos consumos energéticos para atingir esses fins” [20].

Assim “as estratégias a adotar num determinado edifício ou projeto, deverão ser selecionadas tendo em atenção a especificidade climática do local, a função do edifício e, conseqüentemente, o modo de ocupação e operação do mesmo, com o objetivo de promover um bom desempenho em termos de adaptação ao clima. Deve-se fazer o aproveitamento da massa térmica, através da utilização de sistemas solares passivos, tirando partido da capacidade do betão em termos de armazenagem de calor/energia” [20].

### **3.3. CONCEÇÃO EFICIENTE DE EDIFÍCIOS EM TERMOS ENERGÉTICOS**

Nos Países de clima quente, procura-se evitar que o calor entre no interior dos edifícios e retirar o calor em excesso no interior dos mesmos, tentando criar um ambiente interior que seja o mais confortável possível. No caso de Cabo Verde é possível atingir um equilíbrio entre o edifício e o clima através da aplicação de uma serie de estratégias de projeto bioclimáticas ou de *design* passivo [22].

Apesar de existirem já muitos exemplos que comprovam a eficácia, melhores níveis de conforto, e vantagens económicas do uso das técnicas passivas, existe ainda uma grande necessidade de implementação deste conhecimento e do aumento do número de edifícios passivos, bioclimáticos, em termos de nova construção e reabilitação no país.

Na conceção de um edifício em Cabo Verde devem ser previamente analisadas algumas questões que estão associadas ao sol com a orientação da casa como: “os tipos de materiais a serem utilizados, as necessidades de proteção solar nas diferentes zonas de litoral ou montanha, os espaçamentos necessários entre as construções, o revestimento das estradas e passeios públicos, a implementação de árvores e zonas verdes para diminuir o impacto da luz e conservação do ar fresco”.

A localização, forma e orientação do edifício são os primeiros passos a considerar na projeção de um edifício tendo em vista à eficiência energética [22]. Tendo essa preocupação no início de uma construção é possível atingir reduções do consumo energético entre 30 a 40 %.

### ***3.3.1. LOCALIZAÇÃO***

A localização do edifício é muito importante no que respeita às necessidades térmicas do espaço interior, com grande impacto no papel da eficiência energética. No projeto de construção de um edifício a zona climática onde este está inserido é um fator importante para que exista um bom aproveitamento de energia [22].

### ***3.3.2. FORMA***

A forma do edifício tem um forte impacto na eficiência energética. A configuração e o arranjo dos espaços internos, de acordo com a função, influenciam a exposição a radiação solar incidente, bem como a disponibilidade de iluminação e ventilação natural. Em geral, um edifício compacto terá uma superfície de exposição relativamente pequena, ou seja, um baixo rácio superfície/volume.

Nas construções médias e pequenas esta situação oferece vantagens para o controlo de trocas de calor através da envolvente do edifício [22].

### 3.3.3. ORIENTAÇÃO

A orientação correta dos espaços de permanência da habitação, em função do percurso do sol e do vento, é o ponto de partida para se tirar partido destes recursos. Em Cabo Verde, a captação eficaz de energia solar é um fator primordial a ter em consideração.

“ A melhor orientação do edifício para reduzir os ganhos solares de calor será paralela ao eixo Nascente-Poente, uma vez que restringe a área de exposição das fachadas que recebem sol de angulo baixo (Nascente e Poente) e permite o sombreamento da fachada que mais recebe sol de angulo alto (Sul), beneficiando ainda de iluminação natural conforme representado na seguinte figura”.

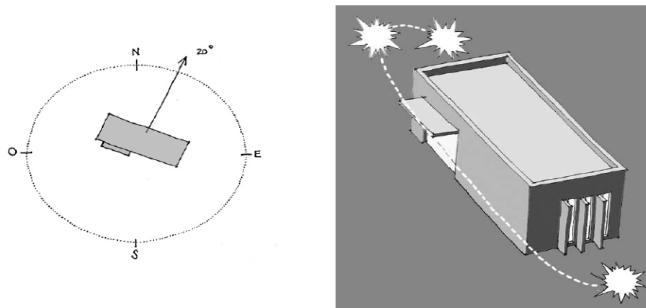


Figura 6 - Correta orientação de um edifício [22].

Em regiões onde a questão do sobreaquecimento é prioritária, como no caso de Cabo Verde, a orientação a Sul deve ser evitada, pela forte incidência da radiação solar, e deverão ser previstos alpendres para o sol não incidir diretamente nas paredes exteriores. A existência destes elementos de obstrução provoca sombras projetadas nas fachadas e elimina a excessiva insolação e sobreaquecimento [22].

### 3.4. REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

A reabilitação de edifícios pode ser compreendida como uma intervenção na qualidade do edifício, comparativamente com a que este apresentava aquando à sua construção. Ou seja, é uma abordagem inovadora, que tem por objetivo melhorar a qualidade térmica e energética, de modo a que esse edifício tenha uma eficiência energética idêntica à de um edifício novo com o mesmo fim.

Considerando que “no passado, a construção de edifícios não tinham uma grande preocupação com a otimização energética, nem a minimização dos seus efeitos ambientais”, e que o ciclo de vida dos edifícios e dos seus componentes é muito elevado (ver Tabela 3), a reabilitação de edifícios existente é, portanto, muito mais complicado do que construir a partir do zero. Exige abordagens, metodologias, materiais e tecnologias atuais muito diferentes e, frequentemente, quem construiu não é quem está mais habilitado a reabilitar.

Entretanto, existem operações que, de uma forma ou de outra, são importantes para a manutenção ou aumento da performance energética dos edifícios [23]:

- Conservação ou Manutenção - Operação destinada a conferir a edifícios não degradados uma qualidade equivalente à inicial;
- Recuperação - Operação sobre edifícios degradados devido à não realização de obras de conservação com a periodicidade devida;
- Beneficiação - Operação que confere a edifícios degradados uma qualidade superior à que tinham aquando da sua construção.

Tabela 3 - Ciclo de vida de alguns componentes dos edifícios [23]

Elemento do edifício	Ciclo de vida	
	*Base de Dados	**Estimado
- ENVOLVENTE		
Janelas	51	78
Portas	33	62
Portas de Garagem	17-48	58-62
Clarabóias	62	70
Coberturas	32-54	65-73
Tubos de queda	36-49	60
- INTERIORES		
Portas	53	66-69
Pavimentos	40-59	56-79
Canalização	44-63	56-68
Tubos	23-47	55-64
- AVAC		
Caldeiras	25-38	55-57
Radiadores	62	64
Tubos	46	66

Outro agente igualmente importante para a reabilitação de edifícios é a idade dos edifícios, fator determinante para a performance global dos edifícios, pois quantos mais antigos, mais deteriorados estão e menores performances energéticas apresentam.

Esta situação traduz-se em insatisfação de conforto e de qualidade do ambiente interior, visto que os ocupantes desses edifícios desejam níveis de conforto similares aos das habitações mais recentes, utilizando para isso muito mais energia [23].

A reabilitação térmica e energética de edifícios constituem uma das vias mais promissoras para a correção de situações de inadequação funcional, proporcionando a melhoria da qualidade térmica e das condições de conforto dos seus habitantes, permitindo reduzir o consumo de energia (aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação), contribuindo também para a redução das necessidades energéticas do país [24].

Durante o projeto de um edifício, na qual se analisa a possibilidade de incluir medidas de eficiência energética é importante não só considerar o seu grau de deterioração, como também as causas das mesmas (observar o Gráfico 15).

Podendo assim conhecer os pontos que têm de ser analisados com maior cuidado, que características atuais dos edifícios podem conduzir a uma redução do seu desempenho térmico e a consumos de energia elevados, e deste modo aumentar a vida útil dos edifícios, sem apresentar sinais de degradação.

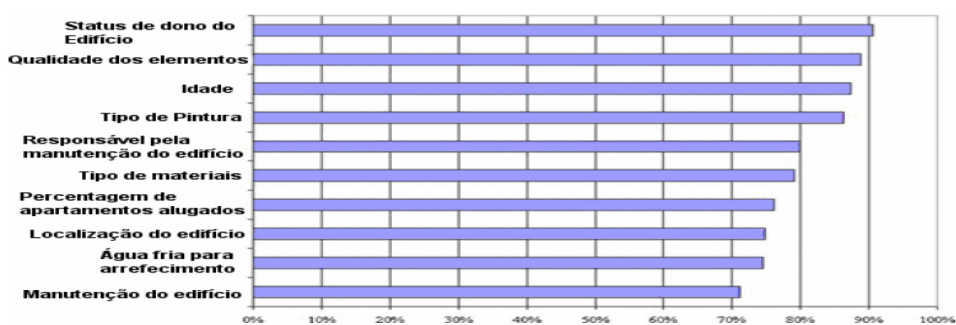


Gráfico 15 - Causas da deterioração dos edifícios e seu peso [23]

### **3.5. MEDIDAS PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

#### **3.5.1. UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA**

A eficiência energética é frequentemente associada ao termo Utilização Racional da Energia (URE), que pressupõe a adoção de medidas que permitem uma melhor utilização da energia, tanto no sector doméstico, como no sector de serviços e industrial. A URE visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem os consumos face a soluções convencionais, reduzindo os respetivos custos associados, bem como a emissão de poluentes para a atmosfera [20].

Em muitas situações a URE pode também conduzir a uma elevada economia nos custos do ciclo de vida dos equipamentos utilizadores de energia. Geralmente os equipamentos utilizadores de energia são mais dispendiosos, em termos de custo inicial, mas em compensação são mais eficientes e consomem menos energia, conduzindo a custos de funcionamento mais reduzidos e apresentando outras vantagens adicionais [20].

Para além da redução dos custos associados à fatura energética, a URE destaca-se na sua contribuição para a redução das emissões de poluentes associadas à conversão de energia. Os principais impactos das ações de URE são [19]:

- Redução da intensidade energética da economia;
- Redução das emissões de poluentes, incluindo os gases de efeito de estufa.
- Reforço da competitividade das empresas;
- Redução da fatura energética do País;
- Redução da dependência energética.

As tecnologias de eficiência energética oferecem outros benefícios não energéticos que não são oferecidos pelas alternativas do lado da oferta. Do ponto de vista de muitos consumidores, são os benefícios não energéticos que constituem os fatores mais importantes na tomada de decisão da utilização de tecnologias mais eficientes. Exemplos de benefícios não energéticos [19]:

- Aumento do conforto e da segurança;
- Redução do ruído;
- Aumento da produtividade do trabalho;
- Melhoria do controlo dos processos;
- Poupança de água;
- Redução dos resíduos;
- Aumento do emprego associado ao fabrico, instalação, funcionamento e manutenção de equipamentos eficientes.

Embora diversos estudos demonstrem que URE tem custos inferiores à expansão da oferta de energia, mesmo sem contabilizar a mitigação dos impactos ambientais e outras externalidades e outras vantagens que já foram aqui referidas. Existe ainda diversas barreiras que dificultam a penetração das tecnologias mais eficientes. Entre essas barreiras podem salientar-se as seguintes [20]:

- Desconhecimento, por parte dos consumidores, das tecnologias mais eficientes e dos seus potenciais benefícios;
- Aversão ao risco associado à introdução de novas tecnologias;
- As tecnologias mais eficientes são normalmente mais dispendiosas em termos de investimento inicial, embora os custos totais ao longo da vida dos equipamentos sejam menores, em virtude da redução dos custos de funcionamento;

- Ausência de incentivos para os agentes envolvidos na seleção dos equipamentos e na gestão de energia das instalações;

Com o intuito de diminuir essa barreira e estimular a mudança de hábito por parte dos utilizadores dos edifícios, seguidamente, apresenta-se um conjunto de medidas e ações, algumas simples, que podem traduzir-se em significativas poupanças energéticas e económicas, e que qualquer utilizador de um edifício poderá implementar, ou ajudar a implementar. Essas medidas estão estruturadas em ações relativas à Climatização do edifício (arrefecimento), Iluminação, Equipamentos eletrónicos, Eletrodomésticos.

#### **3.5.1.1. CLIMATIZAÇÃO**

Num país com o clima classificada como tropical seco, temperaturas elevadas durante todo o ano, como é o caso de Cabo Verde, deve-se dar uma atenção especial a questão do arrefecimento dos edifícios. Para garantir o conforto de um edifício, o arrefecimento deve estar devidamente dimensionado para o controlo das condições ambientais no interior dos edifícios e devem apresentar as condições necessárias para um desempenho eficiente [25].

Pode ser adotado um conjunto de medidas nomeadamente as seguintes [26]:

- Plantar árvores que forneçam sombra sem comprometer a iluminação natural;
- Evitar climatizar zonas da casa que não estão habituadas;
- Evitar a entrada de raios solares diretos durante o dia e facilitar a ventilação natural durante a noite, abrindo as janelas em lados opostos da casa;
- Fechar e coletar devidamente portas e janelas.
- Ar Condicionado - A escolha de um equipamento de climatização deve ser efetuada tendo em atenção a qualidade térmica da habitação [16]:
  - Utilizar o ar condicionado apenas quando for necessário;

- Limpar ou substitua os filtros periodicamente. A sujidade acumulada dificulta a passagem do ar, forçando o sistema, o que desgasta o equipamento e provoca um aumento do consumo de energia;
- Definir uma temperatura racional. Temperaturas muito elevadas ou muito baixas elevam o consumo de energia consideravelmente. O termóstato, dispositivo que controla e mantém constante a temperatura num ambiente, é um elemento chave no controlo da temperatura e na poupança energética.

### 3.5.1.2. ILUMINAÇÃO

Uma boa gestão de iluminação, pode representar uma economia de energia em mais de 30%, reduzindo os custos de funcionamento do edifício em 10% ou mais.

A Instalação de iluminação mais eficientes que proporcionem os níveis de iluminação necessários e recomendados ao desempenho das atividades, para além de reduzir o consumo de energia elétrica e os custos de manutenção dos sistemas, pode também proporcionar as melhores condições de espaço no interior e exterior dos edifícios.

Cada vez mais organizações têm vindo a implementar sistemas de gestão de iluminação que demonstram facilmente as suas inquestionáveis vantagens e favorável relação custo-benefício [27].

Assim, as medidas que proporcionam maiores níveis de conforto em edifícios e poupanças de energia consideráveis no campo da iluminação são [26] [25]:

#### ➤ Tipos de lâmpadas

Atualmente existe já uma grande oferta de soluções de iluminação mais eficientes para o sector doméstico:

- Lâmpadas fluorescentes

- Tubulares - Estas lâmpadas são muito utilizadas pois proporcionam uma boa iluminação com pouca potência e baixo consumo energético, sendo as mais adequadas para locais com necessidades de longa iluminação. Estas lâmpadas têm uma elevada eficácia e um período de vida muito elevado (cerca de 12 000 horas), permitindo economizar energia até 85 por cento, dependendo do modelo e da potência.



**Figura 7 - Lâmpadas fluorescentes Tubulares [27]**

- Compactas - As lâmpadas fluorescentes compactas apresentam as mesmas vantagens das tubulares e têm uma instalação compatível com os casquilhos tradicionais usados para as lâmpadas incandescentes.



**Figura 8 – Exemplos de lâmpadas fluorescentes compactas [27]**

- LED's

A redução do consumo de energia elétrica na iluminação passa pela utilização de LEDs. Atualmente já existem LEDs com potências equivalentes às lâmpadas incandescentes. Estas lâmpadas têm um preço mais elevado que as lâmpadas fluorescentes compactas, mas têm um período de vida muito superior (20 a 45 mil horas em oposição a 6 a 15 mil horas).



Figura 9 – Exemplos de Lâmpadas LEDs [27]

- Lâmpadas de halogéneo

Estas lâmpadas têm um funcionamento semelhante ao das lâmpadas incandescentes. No entanto, apresentam a vantagem de conseguirem recuperar o calor libertado pela lâmpada, reduzindo a necessidade de eletricidade para manter a sua iluminação. Estas lâmpadas emitem uma claridade constante.



Figura 10 – Exemplos de Lâmpadas de halogéneo [27]

- Lâmpadas incandescentes

A sua baixa eficiência em relação aos restantes tipos de lâmpadas deve-se ao facto de converterem a maior parte da eletricidade (90 a 95%) em calor e apenas uma percentagem muito reduzida (5 a 10%) em luz. Daí ficarem bastante quentes muito pouco tempo após terem sido acesa.



Figura 11 - Lâmpadas incandescentes [27]

### 3.5.1.3. EQUIPAMENTOS ELETRÓNICOS

Nos últimos anos, o consumo de energia associado à utilização de equipamento de eletrónicos tem aumentado consideravelmente, representando uma parcela significativa do consumo energético dos edifícios. Por outro lado, existe um elevado potencial de economias de energia existente.

Deste modo tornando-se cada vez mais determinante incentivar a uma melhor utilização desses mesmos equipamentos.

Na compra de um equipamento de entretenimento ou informática, deve-se ter em conta os consumos envolvidos não só na sua utilização, mas também quando o aparelho está em *standby* e *off-mode*. Neste sentido a Comissão Europeia estabeleceu que os valores de *standby* e *off-mode* dos equipamentos não devem ultrapassar os seguintes valores [27]:

- *Off-mode* (estado de desativação) não excederá 1W;
- *Standby* (estado de vigília) não excederá 1 a 2 W se o equipamento se encontrar num estado que permita apenas uma função de reativação ou, alternativamente, apenas uma função de reativação acrescida da simples indicação de que a função de reativação está ativa;

Muitas marcas já disponibilizam essa informação de forma visível, mas caso não o esteja, deve-se solicitar o manual de instruções a um funcionário, deverão aparecer esses dados.

Apresenta-se alguns exemplos de medidas que conduzem a poupanças energéticas:

- Utilizar sempre que possível eletrodomésticos com etiqueta energética da classe A+ ou A++;

- Utilizar computadores e monitores com a designação *ENERGY STAR* (garante que o equipamento em questão cumpre um conjunto de critérios de eficiência energética, por exemplo economizador de energia);
- Desligar os aparelhos no interruptor em vez de os deixar em standby;
- Ligar alguns equipamentos (TV, vídeo, DVD, equipamento de som, etc.) a uma extensão de ligação múltipla com interruptor;
- Otimizar o uso dos equipamentos (aproveitar o calor residual do ferro para passar roupa, na torradeira fazer sempre duas torradas...

#### **3.5.1.4. ELETRODOMÉSTICOS**

Na compra de um eletrodoméstico deve-se ter sempre em conta o seu grau de eficiência, para que mais tarde na sua utilização não se verifique um excessivo consumo de energia para as funções realizadas.

Alguns eletrodomésticos, como os frigoríficos, as máquinas de lavar e secar roupa, de lavar loiça e os fornos elétricos, têm etiqueta de eficiência energética, que permite saber a classe a que pertence o equipamento. De afixação obrigatória, esta etiqueta poderá auxiliar no momento de compra para uma escolha mais eficiente. É fundamental que ao fazer a sua escolha tenha em atenção as suas necessidades reais [27].

Apresenta-se alguns exemplos de medidas que conduzem a poupanças energéticas [28]:

- Frigoríficos e Combinados
  - O frigorífico consome energia permanente, assim a opção deverá ser sempre ponderada e efetuada tendo em conta as necessidades da instalação, a dimensão da família, tipo de compras (semanais ou mensais) e as necessidades de congelação/ refrigeração.
  - Optar por um equipamento com etiqueta energética da classe A+ Ou A++ e que vá de encontro às suas necessidades (tamanho do agregado familiar, periodicidade das compras e volume de congelação e refrigeração);

- Regular o termóstato de forma manter uma temperatura de 5 ° no compartimento de refrigeração e de - 18° no compartimento de congelação;
- Máquina de lavar e secar roupa
- Considerar a possibilidade de substituir a sua velha máquina de lavar por um novo modelo da Classe A, que consome menos energia que os modelos mais antigos;
  - Antes de comprar uma nova máquina de lavar, leia com cuidado a etiqueta energética que indica, além da classe de eficiência, o consumo de energia por ciclo de lavagem (expresso em kWh/ciclo);
  - Utilizar a máquina de lavar sempre com carga completa. Duas lavagens utilizando a meia carga gastam mais energia do que uma lavagem com carga completa. Caso não for possível encher as máquinas, utilizar o programa de meia carga.
- Forno e Fogão
- No forno utilizar preferencialmente recipientes de cerâmica ou vidro, que permitem cozinhar os alimentos com temperaturas mais baixas;
  - Só abrir forno se necessário. Cada vez que o abre está a ter uma perda energética de pelo menos 20%;
  - Aproveitar ao máximo a capacidade do forno, cozinhando de uma vez só o maior número de alimentos;
  - Apagar o forno um pouco antes de finalizar a confeção. O calor residual será suficiente para acabar o processo;

### **3.5.2. GESTÃO DE ENERGIA**

A gestão da energia é um meio para atingir objetivos de produtividade e de competitividade nas empresas de todos os sectores da atividade económica, contribuindo assim para melhorar a eficiência energética das economias.

“As tecnologias eficientes por si só não são suficientes, se não for adotada uma gestão de energia que englobe os aspetos organizacionais. A gestão de energia deve começar logo na fase de projeto de uma instalação e dos seus sistemas” [29].

Qualquer que seja o método de gestão de energia que venha a ser utilizado a sua aplicação deverá sempre passar por uma fase prévia que corresponde ao conhecimento energético da instalação consumidora.

Essa prática permite conceber instalações com melhor desempenho energético e escolher sistemas e equipamentos mais eficientes. Trata-se de uma estratégia de conservação de energia por redução de necessidades futuras.

No caso de instalações já existentes, a gestão de energia consiste na redução de consumos de energia relativamente a consumos atuais [29].

#### **3.5.2.1. GESTOR DE ENERGIA**

A complexidade da gestão de energia em edifícios públicos e de serviços torna recomendável a nomeação de um técnico especializado para fazer a promoção e gestão da utilização racional de energia, designado como Gestor de Energia, figura chave na gestão de grandes administrações públicas e municípios[25].

Este deve ter conhecimento das tecnologias e ações a empreender para poupar energia, e deve ter um profundo entendimento dos pontos de vista técnico, energético e financeiro de todos os edifícios e instalações que esteja a gerir. Deve ter também um comportamento imparcial, sem interesses próprios, devendo ser absolutamente independente em relação à contratação de serviços.

Um gestor de energia deve ter as seguintes funções [25]:

- Contrato de Fornecimento Energia – Os contratos assinados com os fornecedores de energia (eletricidade, gás natural ou combustíveis líquidos), é importante verificar se os contratos satisfazem as necessidades específicas dos edifícios. O Gestor de Energia deve verificar e monitorizar os termos dos contratos, selecionando as tarifas mais convenientes de entre as opções disponíveis, adaptando os termos dos contratos quando as condições tarifárias se alteram e desse modo é possível obter poupanças financeiras consideráveis;
- Auditoria ao Consumo Energético – “Deve ser feita uma auditoria periódica ao consumo dos edifícios, para delinear possíveis estratégias de otimização”. E dessa forma o diagnóstico energético permitirá detetar as áreas mais relevantes de consumo.
- Auditoria ao Estado do Equipamento – Deve acompanhar as ações de manutenção normal ou extraordinária dos edifícios, em cooperação com o departamento de manutenção dos edifícios, mantendo um registo histórico das intervenções de manutenção concretizadas;
- Divulgação de uma Cultura de Poupança Energética – “O gestor de energia deve fomentar e sensibilizar os utilizadores dos edifícios para uma atitude racional na utilização da energia com vista à redução de consumos. A divulgação de informação de boas-práticas e exemplos relevantes na utilização eficiente da energia é essencial para disseminar uma cultura de respeito pelo ambiente”.

#### **3.5.2.2. PROCESSO DE GESTÃO DE ENERGIA**

Existem diferentes métodos de gestão de energia que podem ser aplicados e cada um deles pode ser desenvolvidos com níveis de complexidade diferentes. Cabe ao gestor de energia, escolher a melhor opção, em função da dimensão e da complexidade da instalação consumidora a gerir. Assim é fundamental que o método utilizado permita, genericamente [29]:

- Medir e a valorizar a energia consumida, seja ao nível global seja por sector produtivo da empresa;
- Calcular o valor da energia transformada no seio da empresa;
- Determinar o peso da energia no preço final dos produtos fabricados;
- Analisar a situação existente para determinar as possibilidades de ação e fixar as prioridades e as metas a atingir;
- Avaliar e acompanhar a rentabilidade dos investimentos em eficiência energética.

A figura seguinte apresenta uma metodologia para execução de um processo de gestão da energia, vocacionado especialmente para instalações já existentes.

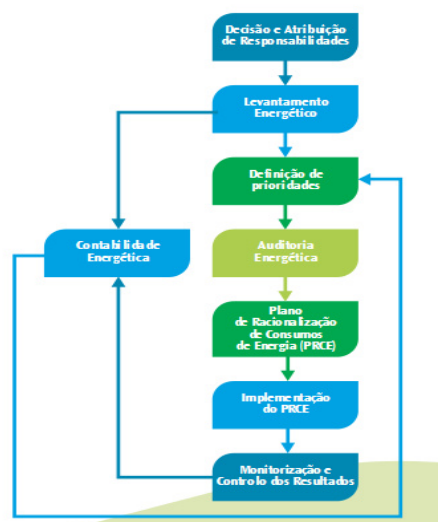


Figura 12 – Processos de Gestão de Energia [29]



## 4. Políticas Legal e Regulamentar

Cada vez mais as políticas energéticas revelam-se uma necessidade evidente, para reduzir barreiras que impedem o desenvolvimento da eficiência energética em edifícios e das fontes de energias renováveis nomeadamente, barreiras técnicas, económicas e regulatórias, etc. Atualmente diversos países possuem algum tipo de norma ou lei em eficiência energética nos edifícios e energias renováveis com o impacto bastante significativo.

Embora Cabo Verde tem apostado no aproveitamento dos recursos renováveis, sobretudo a nível da energia eólica, solar e na elaboração de programa de ação que visam o aumento da implementação de energias renováveis e na redução da dependência dos combustíveis fósseis, estas estratégias não estão a ser suficientes para a melhorar a sua situação energética e desde modo reduzir substancialmente a importação de combustíveis fósseis.

Para além disso não existe, ainda nenhuma lei, norma ou estratégica nacional de eficiência energética nos edifícios com vista à redução dos impactos ambientais e da intensidade energética, prevendo-se a redução no consumo de energia, visto que a falta de eletricidade e água (esta é produzida por dessalinização, para a qual a energia é necessária) e o seu elevado preço têm sido um dos grandes obstáculos ao desenvolvimento económico e criação de emprego e, portanto, uma das principais razões do êxodo da população.

Neste sentido de seguida apresenta-se uma análise das diretivas e regulamentos de maior importância para a Eficiência Energética nos edifícios e energias renováveis na Europa e em Portugal de forma a contribuir para inovação dos planos existentes e criação de novos planos que visam contribuir para melhor aproveitamento dos recursos renováveis e redução da energia elétrica do país.

## **4.1. PLANOS E PROGRAMAS DE APOIO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - NA EUROPA**

### **4.1.1. PLANO DE AÇÃO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

A Comissão adotou um plano de ação cujo objetivo é reduzir 20 % do consumo de energia até 2020, inclui medidas que visam melhorar o rendimento energético dos produtos, dos edifícios e serviços, da produção e distribuição de energia, reduzir o impacto dos transportes no consumo energético, facilitar o financiamento e a realização de investimentos neste domínio, suscitar e reforçar um comportamento racional em matéria de consumo de energia e consolidar a ação internacional em matéria de eficiência energética [31].

“Este plano de ação pretende mobilizar o grande público, assim como as instâncias políticas de decisão e os agentes do mercado e transformar o mercado interno da energia para que os cidadãos da União Europeia (UE) beneficiem de infraestruturas (incluindo os edifícios), produtos (aparelhos e automóveis, por exemplo), métodos e serviços energéticos que lhes ofereçam a maior eficiência energética a nível mundial”.

“O objetivo do plano de ação é controlar e reduzir a procura de energia, incidindo no consumo e no abastecimento, a fim de se obter até 2020 uma poupança de 20 % no que respeita ao consumo anual de energia primária (comparativamente às previsões de consumo de energia para 2020). Este objetivo corresponde a uma poupança de cerca de 1,5 % por ano até 2020” [31].

## **4.2. PLANOS E PROGRAMAS - PORTUGAL**

### **4.2.1. PLANO NACIONAL DE AÇÃO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Na resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 20 de Maio, foi aprovado o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). O PNAEE é um plano de ação que engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar até 2015 a implementação de medidas de melhoria da eficiência energética equivalentes a 10% do consumo final de energia [32].

Com a recessão económica que o País atravessa, considerou-se necessário adequar os objetivos do PNAEE de 2008 à realidade nacional, tendo em conta as fontes e o nível de financiamento disponíveis.

Para tal foi feita uma revisão do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética para o período 2013-2016 (Estratégia para a Eficiência Energética - PNAEE 2016, com o principal objetivo, projetar novas ações e metas para 2016, em articulação com o PNAER 2020, integrando as preocupações relativas à redução de energia primária para o horizonte de 2020 constantes da Nova Diretiva Eficiência Energética, com base em três eixos de atuação [32]:

- I. Ação, através da adequação das medidas ao atual contexto económico - financeiro, tendo em vista a redução do custo global do programa nacional de eficiência energética;
- II. Monitorização, através da revisão dos métodos de monitorização de resultados em conformidade com as diretrizes europeias e criação de uma visão macro do impacto do programa nacional de eficiência energética;
- III. Governação, através da redefinição do modelo de governação do PNAEE.

Com base nas áreas, programas e medidas do PNAEE de 2008, o PNAEE 2016 passa a abranger seis áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura. Estas áreas agregam um total de 10 programas, que integram um leque de medidas de melhoria da eficiência energética, orientadas para a procura energética e que, de uma forma quantificável e monitorizável, visam alcançar os objetivos propostos.

		ÁREAS					
		Transportes	Residencial e Serviços	Indústria	Estado	Comportamentos	Agricultura
PROGRAMAS	Eco Carro		Renove Casa & Escritório	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia	Eficiência Energética no Estado	Comunicar Eficiência Energética	Eficiência no setor Agrário.
	Mobilidade Urbana		Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios				
	Sistema de Eficiência Energética nos Transportes		Solar Térmico				

Gráfico 16 - Áreas e programas do PNAEE 2016 [32]

- A área de Residencial e Serviços integra os seguintes programas de melhoria da eficiência energética [32]:
  - Renove Casa e Escritório, que integra um conjunto de medidas destinadas a potenciar a eficiência energética na iluminação, eletrodomésticos e reabilitação de espaços;
  - Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios, que reúne as medidas que resultam do processo de certificação energética nos edifícios;
  - Integração de Fontes de Energia Renováveis Térmicas/ Solar Térmico, relativo às medidas dirigidas à promoção de uma maior integração de fontes de energia renovável nos edifícios e equipamentos residenciais e de serviços.
  
- A área do Estado é agrupada num programa designado por Eficiência Energética no Estado, com um conjunto de medidas dirigidas à certificação energética dos edifícios do Estado, aos Planos de Ação de Eficiência Energética, designadamente no âmbito do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública - ECO.AP, frotas de transporte do Estado e à Iluminação Pública (IP).
  
- A área de Comportamentos integra medidas que visam promover hábitos e atitudes de consumidores energeticamente eficientes, como sejam a recomendação de produtos eficientes, através de campanhas de sensibilização e comunicação. Estas medidas visam potenciar as oportunidades de eficiência energética de todas as áreas do PNAEE. Por serem de mais difícil monitorização e quantificação, o respetivo contributo é adicional à meta estabelecida para o PNAEE 2016.

Com a implementação desses programas e medidas do PNAEE estima-se uma poupança induzida de 8,2%, próxima da meta indicativa definida pela União Europeia de 9% de poupança de energia até 2016, com os contributos na redução dos consumos energéticos distribuídos pelos vários setores de atividade.

#### **4.2.2. PLANO NACIONAL DE AÇÃO PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS**

Tal como já referido a respeito do PNAEE 2016, a PNAER também foi redefinido em função do cenário atual de excesso de oferta decorrente de uma redução da procura, de forma a adequar e a mitigar os custos inerentes. A revisão do é feita com respeito pelos compromissos assumidos por Portugal em matéria de energias renováveis, nos termos previstos na Diretiva n.º 2009/28/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril de 2009, mas em articulação com os novos cenários de procura de energia no período de 2013-2020 [32].

Existem vários mecanismos possíveis de suporte ao desenvolvimento de FER nos diferentes eixos de atuação Eletricidade, Aquecimento e Arrefecimento e Transportes, sendo os mecanismos diretos os mais relevantes, sobretudo no equilíbrio entre tarifas (e.g. subsidiação à produção de eletricidade) e incentivos (e.g. subsídios ao investimento, incentivos fiscais e empréstimos a juros bonificados).

De modo a garantir a viabilidade e a sustentabilidade do PNAER, este plano assenta em princípios sólidos ajustados à realidade atual, com os seguintes eixos de ação [32]:

##### ➤ Eletricidade

- Apenas considerada a capacidade em construção, licenciadas, pontos de receção atribuídos e outros compromissos;
- Adequação do mix às necessidades de consumo;
- Aposta essencialmente em tecnologias maduras;
- Monitorizar a evolução do consumo de energia de forma a preparar eventuais atribuições de potência PRE FER (após 2014) em caso de atraso face ao objetivo.

- Transportes
  
- Aquecimento e Arrefecimento
  - Reforçar medidas de apoio ao Solar Térmico
  - Promover a utilização de Biomassa para Aquecimento
  - Prever incentivos à instalação de Bombas de Calor de elevada eficiência (COP> 4)
  - Avaliar o aproveitamento do potencial da Geotermia de baixa entalpia

#### ***4.2.3. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA***

O Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (Eco.AP), lançado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, tem a ambição de promover a eficiência energética na Administração Pública, nomeadamente através da criação de um Barómetro de Eficiência Energética para os edifícios do Estado e da contratação de Empresas de Serviços Energéticos (ESE), estimulando a economia através da atividade destas empresas ao abrigo de Contratos de Serviços Energéticos, regulados pelo Decreto-Lei n.º 29/2011.

O programa ECO.AP ,visa promover a eficiência energética na Administração Pública e tem como objetivo permitir ao Estado a redução da fatura energética em 30% até 2020, nos respetivos serviços e organismos públicos, com a consequente redução de emissões de CO2. As economias energéticas serão potenciadas por contratos a realizar entre o Estado e as Empresas de Serviços Energéticos, especialistas em eficiência, previstos no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética [33].

A Resolução permite, também estabelecer medidas que passam pela [34]

- Criação da figura do gestor local de energia responsável pela dinamização e verificação das medidas comportamentais de eficiência energética em cada serviço ou organismo da Administração Pública;
- Implementação do barómetro da eficiência energética destinado a divulgar os consumos energéticos de todos os edifícios e serviços;
- Intervenção em todos os edifícios e serviços até 2013.

#### ***4.2.4. PROGRAMA E4 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS ENDÓGENAS***

Através da Resolução do Conselho de Ministros nº 154/2001, de 19 de Outubro, o governo português adotou formalmente o Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas).

O programa E4 tem com o objetivo, “a promoção da eficiência energética, contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da sociedade, salvaguardando simultaneamente a qualidade de vida das gerações vindouras pela redução de emissões, em particular de CO<sub>2</sub>, responsável pelas alterações climáticas”.

Programa E4 tem como especial atenção os edifícios residências e de serviços, com os seguintes objetivos [35]:

- A eficiência energética nos edifícios - promove a utilização racional de energia (URE), considerando a todos os tipos de consumo (águas quentes, iluminação, eletrodomésticos, climatização).

- O recurso às energias endógenas nos edifícios - promove a implementação das energias renováveis nos edifícios (solar térmico, solar fotovoltaico, etc.) e novas tecnologias energéticas (microturbinas, células de combustível, etc.).

#### **4.2.5. PROGRAMA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS - P3E**

O programa para a Eficiência Energética em Edifícios (P3E) foi promovido pela Direção Geral de Energia (DGGE) em 2001 [49]. Este programa definiu um conjunto de atividades estratégicas a desenvolver no curto prazo, algumas delas de índole inovador, por forma a moderar a atual, com tendência de crescimento dos consumos energéticos nos edifícios e, conseqüentemente, o nível das emissões dos GEE inerentes, com os seguintes objetivos [36]:

- Contribuir para o aumento da eficiência energética nos edifícios em Portugal, através do desenvolvimento de um vasto leque de medidas;
- Reduzir as emissões de gases de efeito de estufa;
- Diminuir as emissões em cerca de 650 mil Ton./Ano em 2010.

#### **4.2.6. PROGRAMA ÁGUA QUENTE SOLAR PARA PORTUGAL (AQSP)**

O programa Água Quente Solar para Portugal, foi lançado em 2001, visa promover o recurso a coletores solares para aquecimento de água, quer nos sectores residencial e serviços, quer na indústria.

Para potenciar o aumento da contribuição da energia solar para o aquecimento de água, foi lançada a Iniciativa Pública Programa AQSpP, promovida pela Direção Geral de Geologia e Energia e com o apoio de várias entidades [37].

Este programa tem com o objetivo específico, a criação de um mercado sustentável de coletores solares para o aquecimento de água, com ênfase na vertente "Garantia da Qualidade", de cerca de 150 000 m<sup>2</sup> de coletores por ano, que poderá conduzir a uma meta da ordem de 1 milhão de m<sup>2</sup> de coletores instalados e operacionais em 2010 [37].

#### **4.2.7. ESTRATÉGIA NACIONAL PARA A ENERGIA 2020 (ENE 2020)**

A Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020) foi aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010. A ENE 2020 define uma agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do País através da aposta nas energias renováveis e da promoção integrada da eficiência energética, assegurando a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético preconizado, contribuindo para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e gerando benefícios para a sociedade que progressivamente internalizados no preço da energia final permitirão assegurar melhores condições de competitividade para a economia.

ENE 2020 é composta por 10 medidas que visam relançar a economia e promover o emprego, apostar na investigação e desenvolvimento tecnológicos e aumentar a nossa eficiência energética. Assim, a AENE 2020, encontra-se estruturada em cinco eixos principais [32]:

- Eixo 1 - Agenda para a competitividade e, o crescimento e a independência energética e financeira;
- Eixo 2 - Aposta nas energias renováveis;
- Eixo 3 - Promoção da Eficiência Energética;
- Eixo 4 - Garantia da Segurança de Abastecimento
- Eixo 5 - Sustentabilidade da Estratégia Energética

### **4.3. LEGISLAÇÃO REFERENTE À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS RENOVÁVEIS**

#### **4.3.1. DIRETIVA COMUNITÁRIA 2002/91/CE - CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS**

A Diretiva comunitária 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Tem como objetivo promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios na Comunidade, tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, bem como as exigências em matéria de clima interior e a rentabilidade económica.

A presente diretiva estabelece os seguintes requisitos:

- Enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios;

“Estados-Membros tomam as medidas necessárias para assegurar que sejam estabelecidos requisitos mínimos em matéria de desempenho energético dos edifícios, sujeitos a revisão intervalos regulares em períodos não superiores a cinco anos, e desta forma, fazer distinção entre edifícios novos e edifícios existentes e entre diferentes categorias de edifícios”.

- Inspeção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos [38].

➤ Certificação energética dos edifícios;

“Estados-Membros asseguram que, aquando da construção, da venda ou do arrendamento de um edifício, seja fornecido um certificado de desempenho energético ao proprietário ou por este ao potencial comprador ou arrendatário, consoante o caso. O certificado de desempenho energético de um edifício deve incluir valores de referência, como valores regulamentares legais e marcos comparativos, para que os consumidores possam comparar e avaliar o desempenho energético do edifício”.

#### ***4.3.2. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA***

No seguimento da Diretiva Europeia 2002/91/CE, relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD), Portugal transpôs o seu conteúdo para a legislação nacional, tendo sido publicados em 4 de Abril de 2006 os seguintes decretos-lei que entraram em vigor em 3 de Julho de 2006:

- Decreto-Lei nº 78/2006 - SCE
- Decreto-Lei nº 79/2006 - RSECE
- Decreto-Lei nº 80/2006 - RCCTE

Estas legislações vieram dar resposta à crescente preocupação dos detentores de património imobiliário, quanto ao desempenho dos edifícios, estabelecendo referências e regras claras para a sua avaliação, classificação e comparação.

#### **4.3.2.1. REGULAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS (RCCTE)**

O Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei nº40/90, de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal em Portugal que impôs requisitos ao projeto de novos edifícios e de grandes remodelações por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia quer no Inverno quer no Verão [39].

Embora pouco exigente, o primeiro RCCTE conduziu ao recurso, mais ou menos generalizado, do isolamento térmico na construção, tendo mesmo o mercado evoluído para o uso de soluções que iam além das exigências regulamentares, foi necessário a revisão do RCCTE original para o novo D.L. 80/2006 de 4 de Abril, que veio substituir, na íntegra, o primeiro regulamento, com maiores exigências [40].

O novo RCCTE estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacte em termos de energia primária. Esta legislação impõe a instalação de painéis solares térmicos e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável [40].

#### **4.3.2.2. REGULAMENTO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DE CLIMATIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS (RSECE)**

O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) foi aprovado pelo Decreto-Lei nº 118/98, de 7 de Maio, e veio substituir o Decreto-Lei nº 156/92, de 29 de Julho, que não chegou a ser aplicado e que visava regulamentar a instalação de sistemas de climatização em edifícios.

O RSECE procurava introduzir algumas medidas de racionalização, fixando limites à potência máxima dos sistemas a instalar num edifício para, sobretudo, evitar o seu sobre dimensionamento, conforme a prática do mercado mostrava ser comum, contribuindo assim para a sua eficiência energética, evitando investimentos desnecessários [40].

Apresenta-se em seguida um fluxograma que sistematiza, para o efeito de certificação energética, no âmbito de aplicação do RSECE a edifícios de habitação [41].

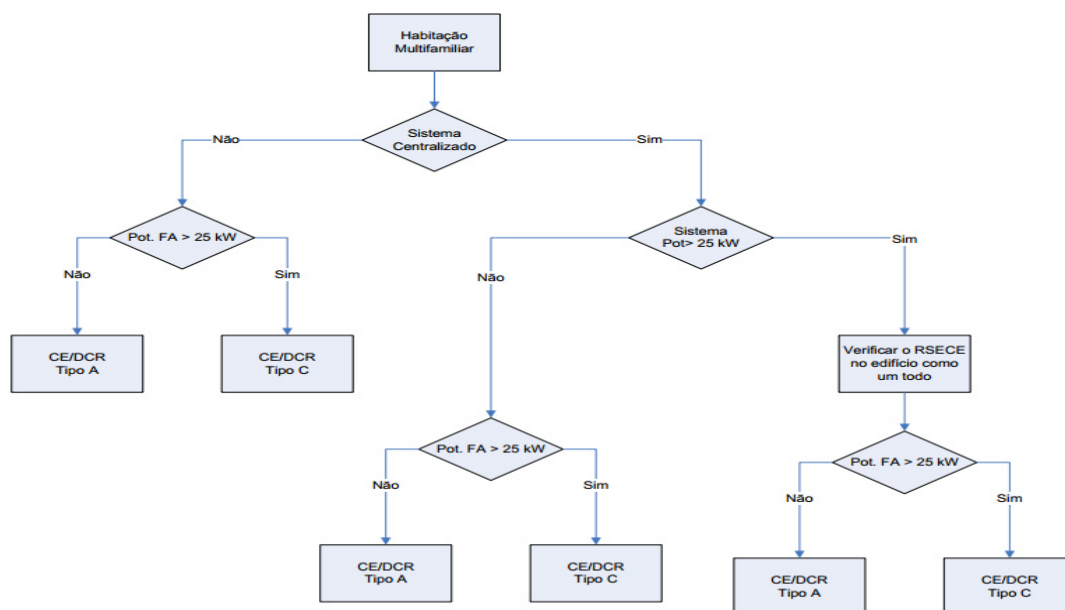


Figura 13 - Fluxogramas para o efeito de certificação energética, no âmbito de aplicação do RSECE a edifícios de habitação [59]

O RSECE distingue 6 tipos de requisitos energéticos, para os diferentes tipos de edifício abrangidos por este regulamento a saber [41]:

- Requisitos mínimos de qualidade para a envolvente dos edifícios novos, bem como os sujeitos a grandes reabilitações, que devem obedecer ao previsto no RCCTE;
- Requisitos energéticos para os grandes edifícios de serviços existentes, na forma de valores-limite para o consumo global específico de energia em condições normais de funcionamento ( $IEE_{ref}$ ) determinado periodicamente por auditoria energética realizada no âmbito do SCE.

Ao exceder o valor-limite, o edifício fica sujeito a um Plano de Racionalização Energética (PRE), cujas medidas com viabilidade económica são de execução obrigatória;

- Requisitos energéticos para grandes edifícios de serviços a construir (incluindo os sujeitos a grande reabilitação), também na forma de valores-limite ( $IEE_{ref}$ ) para o  $IEE_{nom}$ , determinado por simulação dinâmica detalhada, seguida de uma primeira auditoria energética no âmbito do SCE ao terceiro ano de funcionamento;
- Requisitos energéticos para pequenos edifícios de serviços existentes, os quais não ficam sujeitos a qualquer limitação de consumo de energia;
- Requisitos energéticos para pequenos edifícios de serviços a construir, tanto na forma de valores-limite ( $IEE_{ref}$ ) para o  $IEE_{nom}$ , como na forma de limitação dos valores das necessidades nominais de aquecimento ( $N_{ic}$ ) e de arrefecimento ( $N_{vc}$ ) a 80% dos respetivos valores limite permitidos pelo RCCTE ( $N_i$  e  $N_v$ );
- Requisitos energéticos para novos edifícios de habitação com sistemas de climatização abrangido pelo RSECE (incluindo grandes reabilitações), na forma de limitação dos valores das necessidades nominais parciais ( $N_{ic}$  e  $N_{vc}$ ) a 80% dos respetivos valores-limite permitidos no RCCTE ( $N_i$  e  $N_v$ ).

#### **4.3.2.3. SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR NOS EDIFÍCIOS (SCE)**

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) resulta da transposição para direito nacional da Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

O Sistema Nacional de Certificação Energética da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), conjuntamente com o RSECE e com o RCCTE, constituem os pilares da política nacional no que se refere ao desempenho energético dos edifícios.

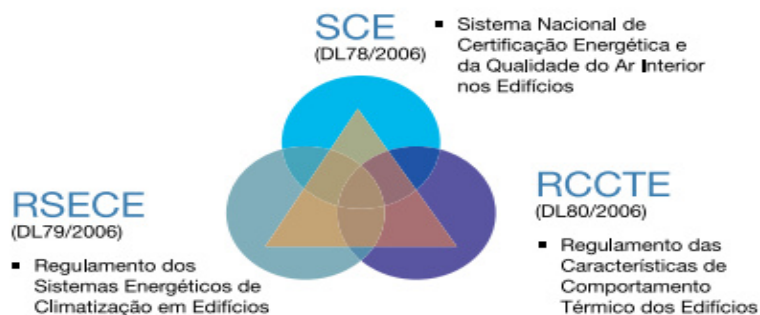


Figura 14 - Os pilares da política nacional [42]

Esta Diretiva estabelece que os Estados-Membros da União Europeia devem implementar um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, exigindo também que o sistema de certificação abranja igualmente todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público.

O SCE definiu que ficam abrangidos os seguintes edifícios [43]:

- Os novos edifícios, bem como os existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, nos termos do RSECE e do RCCTE, independentemente de estarem ou não sujeitos a licenciamento ou a autorização, e da entidade competente para o licenciamento ou autorização, se for o caso;
- Os edifícios de serviços existentes, sujeitos periodicamente a auditorias, conforme especificado no RSECE;

- Os edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento, casos em que o proprietário deve apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário o certificado emitido no âmbito do SCE.

Nos edifícios existentes, a certificação energética destina-se a proporcionar informação sobre as medidas de melhoria de desempenho, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas e, simultaneamente, melhorar a eficiência energética do edifício.

Nos edifícios novos e nos edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, a certificação energética permite comprovar a correta aplicação da regulamentação térmica em vigor para o edifício e para os seus sistemas energéticos, nomeadamente a obrigatoriedade de aplicação de sistemas de energias renováveis de elevada eficiência energética, dando, assim, cumprimento da referida Diretiva 2002/91/CE, que obriga os Estados membros a garantir a efetiva implementação dos requisitos mínimos regulamentares de desempenho energético por forma a assegurar a respetiva eficiência energética [43].

São várias as entidades que têm participação direta prevista no SCE, cada uma com competências específicas no D.L. 78/2006 de 4 de Abril, conforme descrito em seguida [44]:

- Entidade gestora: Agência para a Energia (ADENE);
- Peritos Qualificados (PQ): técnicos devidamente habilitados, individualmente responsáveis pela condução do processo de certificação dos edifícios, formados em arquitetura ou engenharia, com experiência profissional mínima de 5 anos no âmbito da térmica ou climatização de edifícios, etc.

### **4.3.3. LEGISLAÇÃO CABO-VERDIANA**

Com o objetivo de dar um forte impulso às energias renováveis, aprovou-se o Decreto-Lei n.º 1/2011. O diploma veio não só criar um regime de licenciamento e exercício de atividade específico e adaptado às energias renováveis, como, 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 [45].

Destaca-se neste decreto-lei o artigo 2º que define as fontes de energia renovável, o artigo 9º que estabelece a criação do Plano Diretor de Energias Renováveis (PDER), elaborada pela Direção 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) [45].

O decreto-lei contempla ainda, no Artigo 12º, uma serie de incentivos às empresas produtoras de energia elétrica com base em energias renováveis, destacando-se os fiscais e os aduaneiros.

A atividade de produção de eletricidade com base em fontes de origem renovável pode ser exercida por pessoas singulares ou coletivas, de direito público ou privado, com base em três regimes [45]:

- Regime Geral – aplicável à produção independente e autoprodução com base em fontes de origem renovável não previstas nos restantes regimes;
- Regime para microprodução – aplicável à autoprodução com base em fontes de origem renovável e potência de ligação até 100 kVA;
- Regime simplificado para eletrificação rural descentralizada - aplicável à produção independente e autoprodução com base em fontes de energia renováveis quando realizada para abastecer rede autónoma situada em localidades geograficamente isoladas.

No âmbito do exercício da atividade de produção de eletricidade com base em fontes de origem renovável, o produtor tem o direito de [45]:

- Consumir e ou ceder a terceiros, nos termos da lei, a energia elétrica por si produzida;
- Entregar à rede elétrica pública, através da entidade titular da concessão de transporte e distribuição de energia elétrica, a totalidade da energia elétrica produzida;
- Ligar-se, quando necessário, por ramal à rede explorada pela concessionária referida na alínea anterior, através do ponto de entrega previamente acordado com a concessionária e validado pela DGE.

#### ***4.3.3.1. INCENTIVOS ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS***

As entidades produtoras de energia elétrica com base em energias renováveis usufruem das seguintes reduções de impostos sobre os rendimentos [45]:

- Nos cinco primeiros anos de produção de energia de cada projeto, as contribuições e impostos sobre lucros beneficiam de uma redução percentual de 100% (cem por cento);
- Após os cinco primeiros anos e até ao décimo ano de produção de energia de cada projeto, as contribuições e impostos sobre lucros beneficiam de uma redução percentual de 50%;
- Após o período estabelecido na alínea anterior, e até ao 15º ano, as contribuições e impostos sobre lucros beneficiam de uma redução percentual de 25%, apenas nos casos em que o reinvestimento acumulado nos últimos três anos seja superior a 50% do investimento inicial.

#### **4.4. CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS**

O Certificado Energético (CE) é um documento que permite obter informação sobre um edifício ou de uma fração autónoma, relativamente a correta aplicação da regulamentação do seu desempenho energético e da qualidade do ar interior nos edifícios, com os seguintes objetivos [46]:

- Reduzir a dependência do país da energia importada e consequentemente reduzir o endividamento externo;
- Reduzir as emissões de carbono aumentando a eficiência energética do parque edificado;
- Promover o uso racional de energia e a aplicação de fontes de energia renovável nos edifícios.

O certificado é emitido por um Perito Qualificado, no âmbito do SCE no decurso do processo de pedido de licença de utilização de um edifício. O Certificado Energético contém diversas informações tais como, a identificação do imóvel, a etiqueta de desempenho energético, validade do certificado, uma descrição sucinta do imóvel, descrição dos equipamentos de aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes sanitárias, valores de referência regulamentares (para que os consumidores possam comparar e avaliar o desempenho energético do edifício), resumo/síntese de eventuais medidas de melhoria propostas.

Desta forma, os consumos energéticos nos edifícios, em condições nominais de utilização, são um fator de comparação credível aquando da compra ou aluguer de um imóvel, permitindo aos potenciais compradores ou arrendadores aferir a qualidade do imóvel.

Nos edifícios existentes, o certificado energético proporciona informação sobre as medidas de melhoria de desempenho energético e da qualidade do ar interior, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas, bem como para assegurar uma boa qualidade do ar interior, isento de riscos para a saúde pública e potenciador do conforto e da produtividade [47].



Figura 15 – Exemplo de um Certificado Energético [48]

A CE de uma habitação tem uma validade de 10 anos, para as outras situações, dependendo da dimensão/uso/potência de climatização, a validade dos certificados varia entre os 2, 3 ou 6 anos conforme se pode verificar no Tabela 4. Nesse período, poderá ser utilizado quantas vezes as necessárias para os efeitos legais previstos.

No caso específico de edifícios novos, o desempenho energético também é avaliado e emitido um tipo de pré-certificado, designado de declaração de conformidade regulamentar (DCR). A DCR ratifica que o projeto do edifício/fração a construir respeita os regulamentos do Sistema de Certificação Energética.

Por isso o Certificado Energético apresenta bastantes semelhanças com a DCR, ocorrendo a sua emissão no final das obras.

Assim, caso não tenham ocorrido muitas alterações durante a execução da obra face ao projeto inicial, o Certificado Energético será praticamente igual à DCR.

**Tabela 4 - validade dos Certificados Energéticos consoante o tipo de edifício e os regulamentos aplicados [49]:**

Tipo de edifício	Regulamento aplicável	Validade dos certificados	
		Auditoria QA *	Auditoria energética *
Edifícios de habitação			
Edifícios de habitação	RCCTE	10 anos	
Edifícios de serviços			
Edifícios ou locais que funcionem como estabelecimentos de ensino ou de qualquer tipo de formação, desportivos e centros de lazer, creches, infantários ou instituições e estabelecimentos para permanência de crianças, centros de idosos, lares e equiparados, hospitais, clínicas e similares	RSECE	2 anos	6 anos
Edifícios ou locais que alberguem actividades comerciais, de serviços, de turismo, de transportes, de actividades culturais, escritórios e similares	RSECE	3 anos	6 anos
Outros edifícios de serviços	RSECE	6 anos	6 anos

#### **4.4.1. FASES DA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA**

O processo de certificação envolve a atuação de um perito qualificado, o qual terá que verificar a conformidade regulamentar do âmbito dos regulamentos aplicáveis (RCCTE e/ou RSECE), classificá-lo de acordo com o seu desempenho energético. Em resultado da sua análise o perito pode emitir [50]:

- Declaração de conformidade regulamentar, necessária para a obtenção do pedido de licença de construção;

- Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior, necessário para a obtenção do pedido de licença de utilização ou, no caso de edifícios existentes, para venda ou aluguer do imóvel.

Na figura seguinte estão esquematizadas as fases de intervenção do perito nas várias etapas da vida de um edifício (projeto, construção e utilização).



Figura 16 - Fases de intervenção do perito [50]

#### 4.4.2. CLASSES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

A classificação energética é calculada com base nas características construtivas do imóvel (orientação, paredes, pavimentos, coberturas, portas e janelas), a existência ou não de aproveitamento de energias renováveis, a forma e sistema de ventilação (natural ou mecânica), a eficiência e o tipo de combustível usados nos sistemas de climatização e de produção de águas quentes sanitárias (AQS) e desta forma classificando-o em classes energéticas.

A classificação do edifício segue uma escala pré-definida de 9 classes (A+, A, B, B-, C, D, E, F e G), em que a classe A+ corresponde a um edifício com melhor desempenho energético, e a classe G corresponde a um edifício de pior desempenho energético. Essa classificação também é feita por Peritos Qualificados [48].

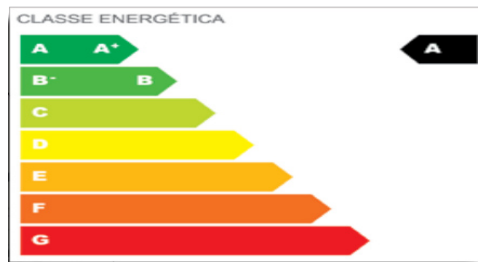


Figura 17 – Classe Energética [42]

Embora o número de classes na escala seja o mesmo, os edifícios de habitação e de serviços têm indicadores e formas de classificação diferentes. As metodologias de cálculo utilizadas na determinação da classe energética de um edifício dependem da sua tipologia.

Em relação a classificação energética de edifícios de habitação (com e sem sistemas de climatização) e pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização ou com sistemas de climatização inferior a 25 kW de potência instalada, é calculada a partir da expressão  $R = N_{tc}/N_t$ . Na tabela seguinte apresenta-se a escala utilizada na classificação energética deste tipo de edifícios [51].

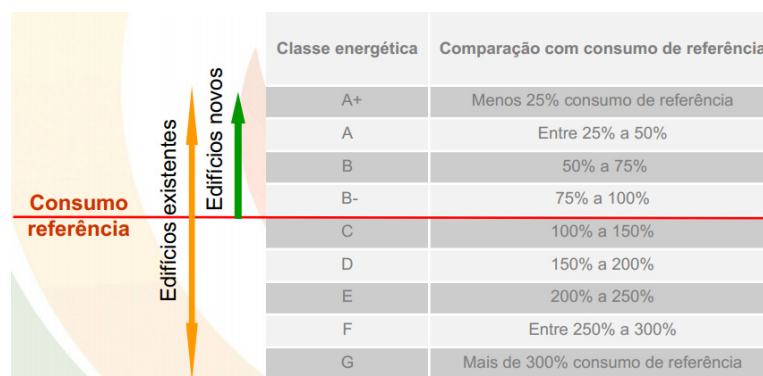


Figura 18 - Escala utilizada na classificação energética nos edifícios de habitação [51]

A classificação energética de edifícios de serviços (grandes ou pequenos com sistemas de climatização superior ou igual a 25 kW de potência instalada) é calculada a partir dos valores do IEE<sub>nom</sub>, IEE<sub>ref</sub> e do valor de um parâmetro S, em que:

- $IEE_{nom}$  - Índice de eficiência energética nominal (valor obtido por simulação dinâmica com base nos perfis nominais definidos no anexo XV do RSECE);
- $IEE_{ref}$  - Índice de eficiência energética de referência (valor indicado no anexo XI do RSECE de acordo com a tipologia, ou por ponderação de tipologias);
- S - Soma dos consumos específicos para aquecimento, arrefecimento e iluminação, conforme determinados na simulação dinâmica que deu origem aos valores limites de referência para edifícios novos que constam no regulamento. O valor de S não é determinado pelo Perito Qualificado, é um valor de referência que se encontra tabelado [51].

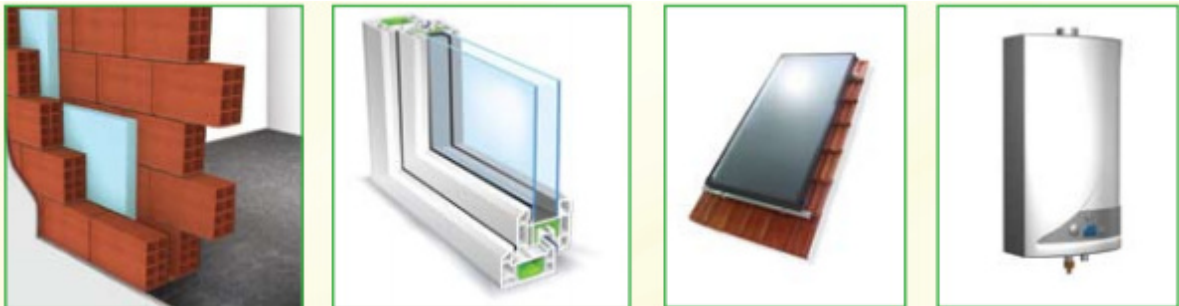
		Classe energética	$IEE_{nom}$ (kgep/m <sup>2</sup> .ano)			
Edifícios existentes	Edif. novos	A+		$IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} - 0,75.S$	
		A	$IEE_{ref} - 0,75.S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} - 0,50.S$	
		B	$IEE_{ref} - 0,50.S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} - 0,25.S$	
		B-	$IEE_{ref} - 0,25.S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref}$	
			C	$IEE_{ref}$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} + 0,5.S$
			D	$IEE_{ref} + 0,5.S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} + S$
			E	$IEE_{ref} + S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} + 1,5.S$
			F	$IEE_{ref} + 1,5.S$	$< IEE_{nom} \leq$	$IEE_{ref} + 2.S$
			G	$IEE_{ref} + 2.S$	$< IEE_{nom}$	

Figura 19 – Escala utilizada na classificação energética nos edifícios de serviços [51]

#### 4.4.3. PRINCIPAIS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

As medidas de melhoria são sempre específicas e variam conforme o tipo do imóvel, dado que cada edifício tem as suas particularidades. Como base nos certificados emitidos para os edifícios de habitação, uma parte significativa das medidas de melhoria apontadas, incide sobre os seguintes aspetos:

- Aplicação de isolamento na envolvente: paredes, coberturas e pavimentos;
- Substituição ou instalação de vãos em caixilharia de elevado desempenho térmico com vidros duplos e proteções solares exteriores;
- Aplicação de sistemas de energia renováveis, com destaque para os coletores solares para aquecimento de águas sanitárias;
- Substituição ou instalação de caldeiras e esquentadores mais eficientes para o aquecimento de águas sanitárias e aquecimento ambiente.



**Figura 20 – Exemplos de medidas de melhoria [48]**

#### **4.5. AUDITORIA ENERGÉTICA**

A Auditoria Energética consiste numa abordagem transversal de todos os aspetos relacionados com a utilização de energia, ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos. Pode-se definir a auditoria energética como sendo um exame detalhado das condições de utilização de energia numa instalação, quer seja ela industrial ou doméstica [53].

Fazem parte da Auditoria energética os seguintes pontos:

- Avaliar o desempenho dos sistemas (geração, transformação e utilização) de energia;
- Quantificar os consumos energéticos por equipamento, setor ou por produto;
- Relacionar o consumo e a produção de energia;
- Estabelecer e quantificar potenciais medidas de racionalização;
- Fazer uma análise técnica e económica às soluções encontradas;
- Elaborar um plano operacional

A Auditoria energética tem por objetivo a caracterização energética da instalação e dos equipamentos, a identificação e estudo das medidas a introduzir, de modo a minimizar os consumos energéticos necessários à sua atividade. Estas medidas serão integradas num plano estratégico de intervenção que definirá claramente as medidas a tomar e os objetivos anuais a alcançar, no que respeita à redução dos consumos energéticos [53].

#### 4.5.1. METODOLOGIA

A condução eficaz de uma auditoria energética é um processo que envolve algumas tarefas a desenvolver por ordem e sequência corretas, que vai desde a análise detalhada das faturas de energia do ano que antecede a auditoria, passando pela análise física detalhada aos equipamentos geradores/consumidores de energia térmica e elétrica existente na instalação, suas condições de operação e controlo, assim como os cuidados de manutenção e o seu tempo de funcionamento, até à fase final do estudo no qual são indicados os resultados e medidas a tomar para a redução dos consumos energéticos em áreas específicas [54].

Para a execução de uma auditoria energética, tem uma importância decisiva a definição e o estabelecimento da sequência das ações que possibilitem obter um conhecimento profundo da instalação analisada, de modo a detetar, quantificar e tentar corrigir as perdas de energia existentes.

O faseamento de uma auditoria depende do seu âmbito, assim como da dimensão e do tipo das instalações a auditar. Duma maneira geral pode-se considerar a execução de uma auditoria energética é constituída por quatro fases de intervenção conforme se pode verificar na Figura 21.



Figura 21 - Metodologia utilizada numa Auditoria [54]

#### 4.5.2. TIPOS DE AUDITORIA ENERGÉTICA

O tipo de análise efetuada ao consumo energético de um determinado edifício ou empresa pode variar consoante o grau de detalhe. De seguida são apresentados os tipos de auditorias energéticas. Estás no entanto já instituída a distinção entre dois tipos de auditorias: auditorias simples e as auditorias completas, subdivididas em dois subgrupos conforme consta na Figura 22 [55].

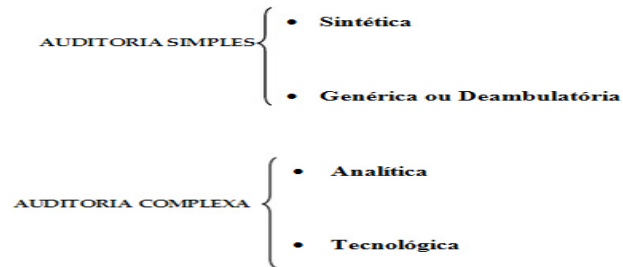


Figura 22 – Tipos de Auditoria Energética [55]

##### ➤ Auditorias simples

- Sintética – Consiste na elaboração de um relatório que mencione uma síntese dos consumos, por vetores energéticos e encargos;
- Genérica ou Deambulatória - Realização de uma vistoria às instalações para análise das condições de funcionamento das principais e à elaboração de um relatório com *checklist* resumida dos sistemas.

##### ➤ Auditorias completas

- Analítica para além da realização das ações previstas para uma auditoria simples, esta será complementada com uma análise dos consumos por equipamento e que constituirá uma *checklists* exaustiva;
- Tecnológica - para além de contemplar todas as fases mencionadas, nos tipos de auditorias anteriormente referidas, prevê ainda alterações aos processos.

#### **4.6. ETIQUETAGEM ENERGÉTICA**

A etiqueta energética consiste num rótulo informativo sobre a eficiência energética e outras características dos equipamentos domésticos [56]. Contudo sem a participação ativa dos consumidores não é possível que os eletrodomésticos mais eficientes sejam preferidos e utilizados.

Pois cabe aos consumidores decidirem quais os aparelhos que pretendem adquirir para as suas casas de acordo com as suas necessidades, as suas disponibilidades financeira, ou seja, se a sua escolha recai num equipamento mais eficiente, ou num menos eficiente, mas mais barato [57].

A Etiqueta Energética tem por objetivo fornecer ao consumidor informações precisas, reconhecíveis e comparáveis no que respeita ao consumo de energia, ao desempenho e a outras características essenciais dos produtos, permite ainda que o consumidor conheça o nível de eficiência energética de um produto e que avalie o potencial de redução de custos de energia que ele proporciona.

A Etiqueta energética garante também uma vantagem comercial aos fabricantes que produzem aparelhos eficientes e penaliza aqueles que não promovem a eficiência energética dos seus produtos. É assim um instrumento de política energética, que permite alargar as áreas de decisão dos consumidores no processo de aquisição dos equipamentos, contribuindo para o aumento da penetração dos equipamentos mais eficientes, melhorando a qualidade do parque instalado, com repercussão na redução dos consumos energéticos.

A etiqueta é uniforme para todos os produtos de uma mesma categoria e por isso permite que nessa categoria o consumidor compare facilmente várias das características dos produtos, tais como o consumo de água ou de energia, ou a capacidade [58].

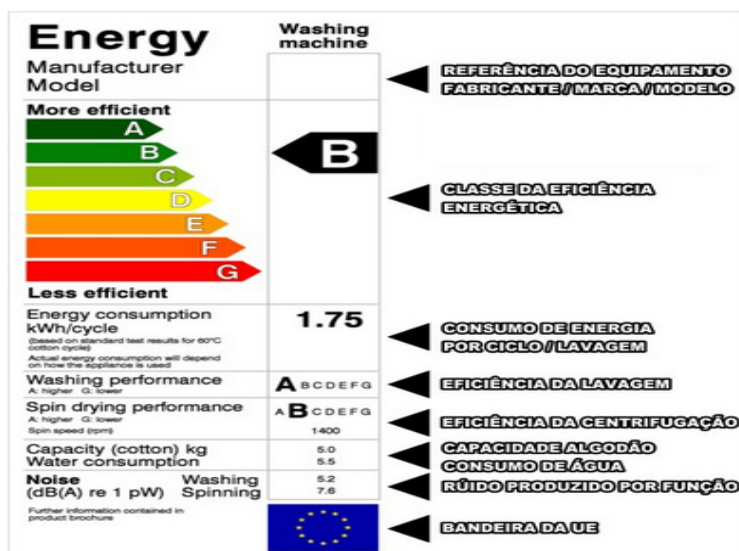


Figura 23 – Exemplo de Etiqueta Energética Antiga [57]

#### 4.6.1. CLASSIFICAÇÃO

A nova Diretiva-quadro sobre etiquetagem energética, a Diretiva 2010/30/UE, foi transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei nº 63/2011, de 9 de Maio, constitui o principal instrumento para a promoção da aquisição e utilização de eletrodomésticos e outros equipamentos elétricos mais eficientes em Portugal [59].

Para além de acompanhar e promover a sua implementação, cabe também aos Estados Membros garantir a rotulagem adequada dos produtos, através de ações de fiscalização do mercado. As inspeções às lojas constituem uma possível ação de verificação com vista a assegurar a conformidade da atuação do retalhista com as obrigações de rotulagem [32].

Com a nova Legislação Europeia os elementos comuns a todas as etiquetas, que a tornam facilmente verificados na Figura 24 [60]:

- Classes adicionais para a eficiência energética: A+, A++, A+++;

- Uniformidade: para cada produto a etiqueta é a mesma em todos os Estados-Membros da UE27. Não há diferenças idiomáticas ou de outro tipo;
- Setas coloridas: as setas coloridas distinguem os produtos mais eficientes dos menos eficientes energeticamente (o verde escuro indica um produto alto nível de eficiência e o vermelho um produto com baixo nível de eficiência);
- Nome do fornecedor ou marca e identificação do modelo;
- Pictogramas: há características e desempenhos cuja informação é evidenciada na etiqueta por meio de pictogramas, conforme previsto na legislação relativa a cada categoria de produtos;
- Consumo anual de energia em kWh;

A faixa para a classe de eficiência energética e / ou os pictogramas podem mudar consoante a categoria de produtos.

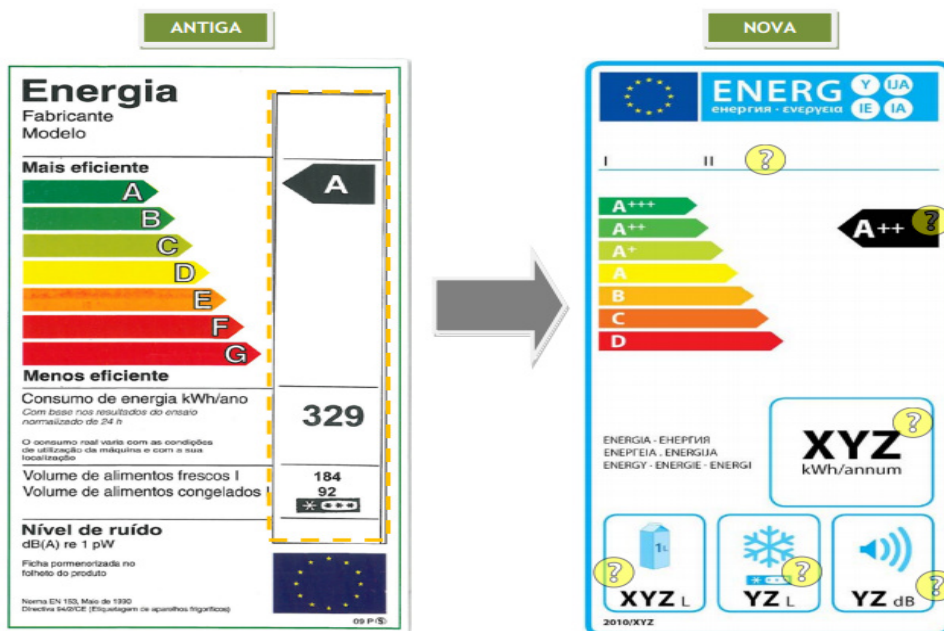


Figura 24 – Um exemplo da mudança da etiqueta dos frigoríficos [59]

Os equipamentos estabelecidos a nova etiquetagem energética são:

- Frigoríficos, congeladores, combinados e garrafeiras frigoríficas;
- Máquinas de lavar roupa;
- Máquinas de lavar loiça;
- Televisores.

É fundamental referir, que o consumo de energia, para desempenhos idênticos, pode chegar a ser quase três vezes superior nos eletrodomésticos da classe G, quando comparados com os da classe A. Se a isto, juntarmos o facto de que a maior parte dos equipamentos (com exceção das fontes de luz) têm uma vida útil que supera os 10 anos, podemos ter uma poupança energética de 780€.

Por isso, na hora da compra, há que ter em atenção o consumo energético e escolher, preferencialmente, os de classe A, pois são energeticamente mais eficientes [12].

## **5. Energias Renováveis**

A procura das energias renováveis têm evoluído ao longo do tempo, segundo o relatório da AIE, o uso das fontes renováveis não hídricas, sobretudo a eólica e a solar, deve aumentar em 40%, passando de 4% de toda a matriz de produção de energia em 2011 para 8% em 2018. Estima-se, também, que a medida que seus custos continuarem caindo, as fontes de energia renováveis estarão cada vez mais bem posicionadas por seus próprios méritos frente à produção de energia a partir combustíveis fósseis [61].

Segundo a diretora executiva da AIE nas suas declarações frisou, “que muitas das renováveis já não precisam de grandes incentivos económicos, mas sim de políticas de longo prazo que tornem o mercado mais previsível e compatível com os seus objetivos financeiros”.

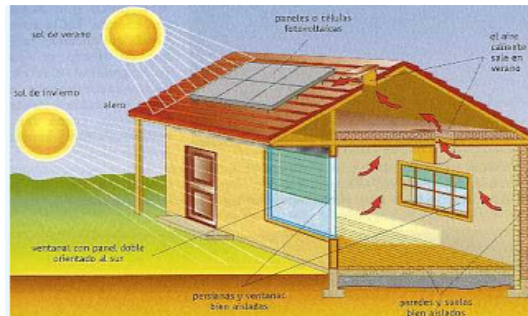
### ***5.1. FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS***

As fontes de energia renovável incluem vento, biomassa, fotovoltaico, solar térmica, geotérmica, oceânica e hidroelétrica. Todas, no entanto, apresentam duas características em comum: produzem pouco ou nenhum gás de efeito estufa e contam com fontes naturais potencialmente inesgotáveis. Algumas destas tecnologias já são competitivas e podem ficar ainda mais com os aumentos contínuos do preço dos combustíveis fósseis.

#### ***5.1.1. ENERGIA SOLAR***

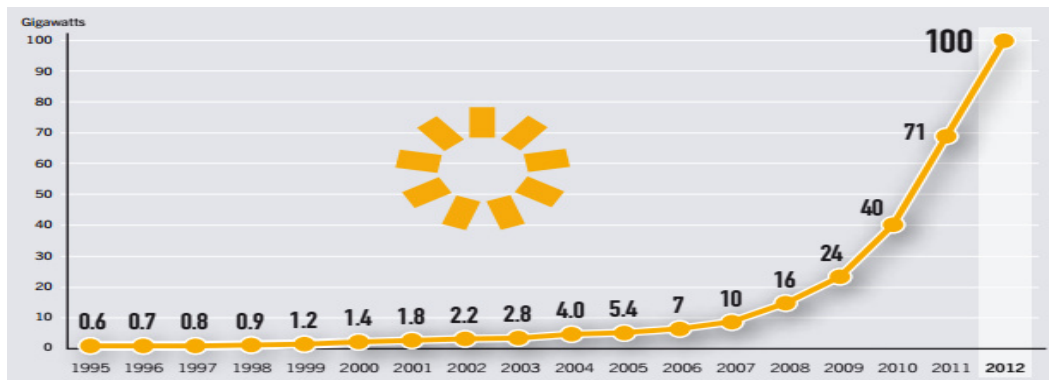
A energia solar é uma energia obtida através radiação do solar, a obtenção desse tipo de energia pode ser feita de forma direta e indireta. A radiação solar direta pode ser aproveitada de diversas formas através de diversos tipos de conversão, permitindo seu uso em aplicações térmicas em geral, obtenção de força motriz diversa, obtenção de eletricidade e energia química.

O aproveitamento feito na forma indireta pode ser conseguida com a utilização de coletores solares térmicos, para a captação da radiação e a transformação em calor sob a forma de um fluido e através dos módulos fotovoltaicos, que captam a radiação, e com um sistema de conversão, transformam essa radiação em energia elétrica [62].



**Figura 25 – Energia solar [64]**

A nível mundial, a energia fotovoltaica apresentou um crescimento em evolução praticamente exponencial (Figura 26). A capacidade instalada atingiu cerca de 71 gigawatts (GW) no final de 2011, contra 100 GW em 2012 [63].



**Figura 26 – Evolução da energia Fotovoltaica no mundo [65]**

A energia solar fotovoltaica vai desempenhar um papel cada vez mais relevante na produção de energia elétrica nas próximas anos, “Segundo estudo do Conselho Consultivo Alemão sobre Mudança Global, em 2050, a energia solar fotovoltaica deverá contribuir com cerca de 20% da procura de eletricidade mundial” [65].

### 5.1.2. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é a energia obtida pela ação do vento ou seja, através do aproveitamento da energia cinética contida no vento para produzir energia mecânica (a rotação das pás) que pode ser transformada em energia elétrica através de um gerador elétrico. Atualmente, a energia eólica é cada vez mais utilizada para produzir eletricidade, seja para utilização local descentralizada, por exemplo em lugares isolados, seja em grandes “parques eólicos” constituídos por vários aerogeradores ligados à rede elétrica [64].



Figura 27 – Energia eólica [64]

Em 2012, a capacidade da indústria eólica atingiu 283 gigawatts em todo o mundo (Figura 28), aumentando cerca de 19% entre 2011 e 2012. Com uma capacidade adicional instalada de 45 MW, a produção mundial de energia eólica no ano passado foi impulsionado principalmente pelos Estados Unidos, estabelecendo um recorde em novas instalações com quase 64 % do 13, 1 GW.

Este aumento deve-se por vários fatores, inclui principalmente o aumento da fabricação nacional de peças de turbinas e melhores tecnologia que aumentaram a eficiência e reduziu os custos [63].

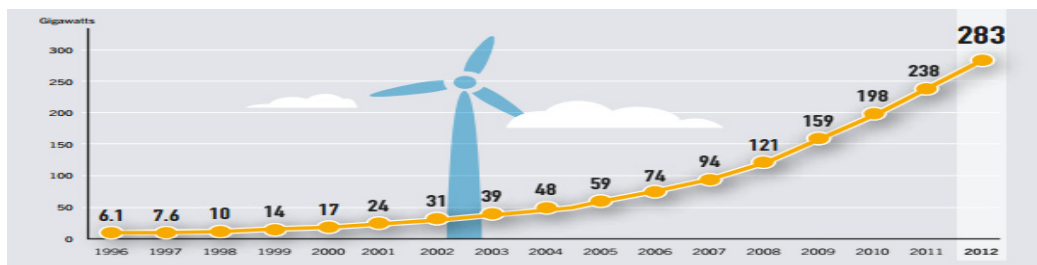


Figura 28 – Capacidade mundial instalada da energia eólica [63]

### 5.1.3. BIOMASSA

A energia de biomassa é o aproveitamento energético que se pode fazer da floresta e seus resíduos, bem como dos resíduos agropecuários e dos restantes da indústria alimentar e do tratamento de efluentes domésticos e industriais, para produção de energia elétrica ou calorífica [64].

Um dos aspetos mais apelativos da energia da biomassa é que não contribui para o aumento do efeito de estufa, desde que a biomassa seja colhida de forma sustentável.



Figura 29 – Exemplos de Biomassa [64]

### 5.1.4. ENERGIA DOS OCEANOS

A energia das ondas obtém-se através da energia cinética do movimento das ondas que pode ser usada para pôr uma turbina a funcionar. A energia mecânica dessa turbina é por sua vez pode ser transformada em energia elétrica através de um gerador.

Atualmente utiliza-se o movimento de subida/descida da onda para dar energia a um êmbolo que se movimenta para cima e para baixo num cilindro. Esse movimento produz energia mecânica que pode por um gerador a funcionar [64].



Figura 30 – Energia das Ondas [64]

### 5.1.5. ENERGIA GEOTÉRMICA

Esta forma de energia provem do calor da Terra é um recurso que pode ser aproveitado em locais com atividade vulcânica, onde existam águas ou rochas a temperatura elevada, zonas onde seja possível atingir estratos magmáticos. A produção de eletricidade é feita através de uma turbina movida a vapor de água, produzido pelo aquecimento do interior da terra. Este potencial é usado para produção de energia elétrica, utilizando centrais de turbinas a vapor, e como fonte de calor em estufas ou em bombas de calor, para aquecimento ou arrefecimento de edifícios. Este tipo de energia é limpo, uma vez que não produz qualquer tipo de emissão gasosa e é renovável, uma vez que é inesgotável. Esta apenas depende, essencialmente do local onde se encontra, uma vez que as zonas vulcânicas são mais propícia á utilização desta forma de energia [64].



Figura 31 -Energia a partir da Geotérmica [64]

## 5.2. AS ENERGIAS RENOVÁVEIS EM CABO VERDE

Segundo os estudos realizados demonstram que Cabo Verde tem grande potencial de energias renováveis, e que é possível atingir 50% de energias renováveis em Cabo Verde até 2020, desde que se cumpra um conjunto de requisitos ao nível das infraestruturas de suporte e do financiamento. De forma a atingir esse objetivo e reduzir significativamente a dependência dos combustíveis fósseis, o Governo decidiu lançar um ambicioso Programa de Ação assente em 5 eixos principais [66]:

- Preparar a infraestrutura;
- Garantir o financiamento e envolver o sector privado;
- Implementar os projetos;
- Maximizar a eficiência (a nível das perdas de energia);
- Lançar o Cluster das Energias Renováveis.

Com este plano de ação, estima-se que até 2020, estará instalado em Cabo Verde mais de 100 MW de energias renováveis. Desde modo, visando salvaguardar, valorizar e proteger património natural, paisagístico e cultural, foi elaborado um Plano Estratégico Sectorial das Energias (PESER) com o objetivo de identificar as áreas e propor o respetivo zonamento ao nível da gestão territorial que, de acordo com a estratégia de uso e ocupação do solo definida pelo Governo de Cabo Verde, poderá servir de catalisador para o desenvolvimento de projetos na área das energias renováveis.

Através do PESER, são estabelecidas as Zonas de Desenvolvimento de Energias Renováveis (ZDER), zonas vocacionadas para acolher projetos solares, eólicos, hídricos, geotérmicos, de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e marítimos [66].

De seguida será feita uma breve referência das fontes de energias renováveis (solar eólica) em Cabo Verde resultado dos estudos obtidos no Plano Energético Renovável de Cabo Verde, realizado pela Gesto Energia para o Governo de Cabo Verde.

### 5.2.1. ENERGIA EÓLICA

O aproveitamento da energia do vento é tradicionalmente feito em algumas ilhas Cabo-verdianas para a bombagem de água dos poços e a produção de eletricidade. A energia eólica é o recurso renovável mais económico do país.

Segundo o mapeamento à meso escala do recurso eólico, realizado pelo Risø National Laboratory, et al (2007), “verifica-se que o arquipélago de Cabo Verde apresenta um recurso excecional com muitas áreas nas ilhas de Santiago e São Vicente com ventos médios acima dos 8m/s”, como pode ser observado na Figura 56. No relatório da Risø National Laboratory, et al (2007), constatou-se que o vento predominante no país provém do sector Nordeste e verificou-se também uma clara sazonalidade com dois períodos distintos ao longo do ano, sendo que os ventos mais fortes ocorrem entre os meses de Janeiro e Junho [66].

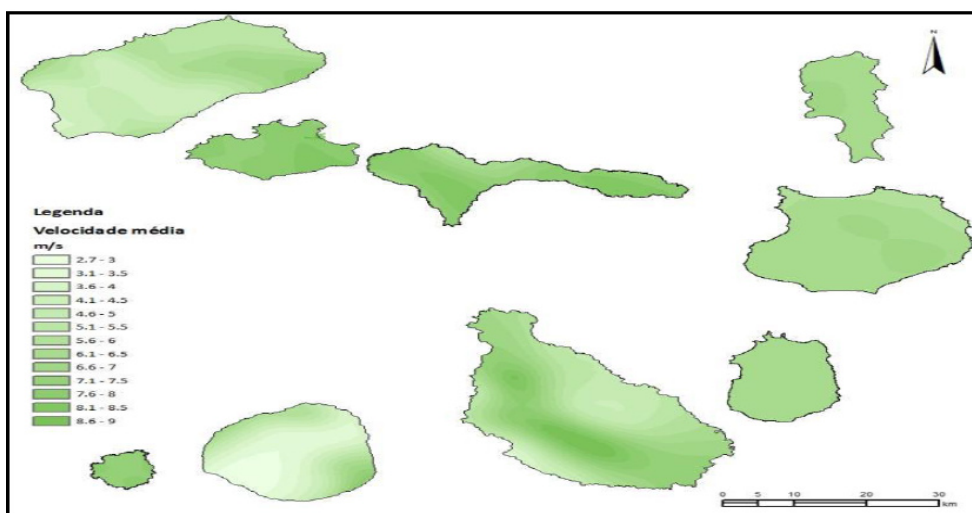


Figura 32 - Mapeamento da velocidade média do vento (m/s) [66]

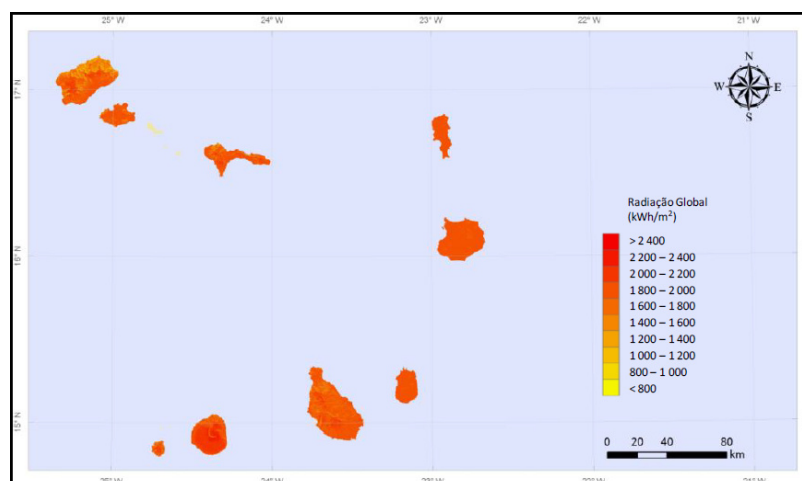
Atualmente existem instalados 5 parques eólicos nas ilhas de Santiago, São Vicente, Sal, Boavista e Santo Antão, com uma potência instalada total de 26,5 MW. Na seguinte Tabela apresenta-se os parques eólicos, por ilha, com as respetivas características.

**Tabela 5 - Características dos projetos eólicos instalados em Cabo Verde**

Ilha	Potência (MW)	Tipo de Turbina	Nº de Turbinas	Localização
Santiago	9,35	Vestas - V-52	11	Monte São Filipe (8 km a norte da cidade da Praia)
São Vicente	5,95	Vestas - V-52	7	Monte Flamengo (6 km sudoeste de Mindelo)
Sal	7,65	Vestas - V-52	9	Lagedo (6 km de Espargos)
Boavista	2,55	Vestas - V-52	3	Extremo Nordeste da ilha (5 km da vila Sal-Rei)
Santo Antão	1	Vestas - V-52	4	Pontinha da Janela Porto Novo

### 5.2.2. ENERGIA SOLAR

O maior recurso renovável de Cabo Verde é o Sol que, em caso de utilização de linhas de crédito concessionais, é já competitivo com os combustíveis fósseis. No estudo do recurso solar, parte integrante do plano energético renovável de Cabo Verde, o resultado da caracterização do recurso solar nas ilhas em estudo consiste do mapeamento da radiação global, conforme consta na Figura 33 [66].



**Figura 33 - Radiação global nas ilhas do arquipélago [66]**

“Do mapeamento do recurso solar verificou-se que Cabo Verde tem um recurso solar abundante. Em termos de média anual, grande parte do território apresenta uma radiação global entre os 1800 e os 2000 kWh/m<sup>2</sup>/ano, para a inclinação e exposição natural do terreno. Relativamente ao número de horas de sol, mais de metade do território simulado apresenta um potencial de mais de 3750 horas de insolação por ano”.

Considerando as áreas mais propícias em cada uma das ilhas para o desenvolvimento de projetos fotovoltaicos, pode constatar-se a existência de uma radiação global horizontal indicativa de 2130 kWh/m<sup>2</sup>/ano, bastante superior às máximas radiações globais em plano horizontal na Europa [66].

Durante o ano de 2010 foram construídos dois parques solares fotovoltaicos nas ilhas de Santiago e Sal, com potência instalada de 5 MWp e 2,5MWp respetivamente. Estes projetos foram desenvolvidos pelo Governo de Cabo Verde e financiados pela linha de crédito do Estado Português para as Energias Renováveis, sendo a exploração das instalações da responsabilidade da ELECTRA.

### **5.3. INTEGRAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS EDIFÍCIOS**

A integração de energias renováveis nos edifícios é um desafio para o qual o objetivo é conceber um edifício eficiente que permita a incorporação de um sistema que capte a energia e a transforme numa fonte de energia que seja útil para o edifício, reduzindo assim as suas necessidades de energia da rede elétrica. A seguir são brevemente descritas, algumas tecnologias e sistemas renováveis que podem ser usadas em edifícios para produzir energia e conseqüentemente reduzir o elevado consumo dos combustíveis fósseis e reduzir a fatura de energia.

#### **5.3.1. TIPOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS APLICÁVEIS EM EDIFÍCIOS**

##### **5.3.1.1. SOLUÇÃO ATIVAS SOLAR**

Existem duas formas distintas de aproveitar a energia solar de forma ativa, na qual os raios solares são convertidos diretamente noutras formas de energia (térmica ou elétrica) por equipamentos especialmente instalados para o efeito.

##### **5.3.1.1.1. SISTEMA SOLAR TÉRMICA**

Os sistemas solares térmicos aproveitam a energia solar para o aquecimento de água, e entre as suas principais aplicações encontram-se soluções domésticas de produção de água quente sanitária, aquecimento de piscinas, aquecimento e Arrefecimento do ambiente. Existem também aplicações industriais que recorrem a soluções solares para produção de água quente e/ou processos de frio através de tecnologia específica.

O seu princípio de funcionamento baseia-se na radiação solar que incide sobre a cobertura de vidro, que compõe a parte superior do painel solar, transfere-se por calor para o fluido circulante no interior dos tubos que constituem o painel. Esse fluido após sofrer o aquecimento, circula em circuito fechado e transfere calor através da serpentina do depósito, para a água aí acumulada, aquecendo-a. A circulação do fluido é gerida e controlada pelo regulador solar e pelo grupo de circulação, em função das temperaturas registadas na medição [67].

As tecnologias de aproveitamento da energia solar térmica mais comum é o coletor solar. Existem vários tipos de coletores [69]:

- Coletor plano - são os mais comuns, sendo utilizados para a produção de água quente a temperaturas inferiores a 60 °C;



**Figura 34 – Exemplo de Coletor plano [69]**

- Coletores concentradores - Para atingir temperaturas mais elevadas há que diminuir as perdas térmicas do recetor. Estas são proporcionais à superfície deste. Reduzindo-a em relação á superfície de captação, consegue-se reduzir as perdas térmicas na proporção dessa redução. Os sistemas assim concebidos chamam-se concentradores, e concentração é precisamente a relação entre a área de captação (a área de vidro que serve de tampa á caixa) e a área de receção.



**Figura 35 – Exemplo de Coletores concentrados [69]**

- Coletores de tubo de vácuo - Estes consistem geralmente em tubos de vidro transparente cujo interior contém tubos metálicos (absorvedores). A atmosfera interior dos tubos livre de ar o que elimina as perdas por convecção os de tubo de vácuo, elevando assim o rendimento a altas temperaturas devido a menores coeficientes de perda a eles associados.



Figura 36 – Exemplo de um coletor tubo vácuo [69]

- CPC ou coletores concentradores parabólicos - combinam as propriedades dos coletores planos (também podem ser montados em estruturas fixas e têm um grande ângulo de visão o que também permite a captação da radiação difusa) com a capacidade de produzirem temperaturas mais elevadas ( $>70^{\circ}\text{C}$ ), como os concentradores convencionais do tipo de lentes.



Figura 37 – Exemplos CPC ou coletores concentradores parabólicos [69]

Relativamente ao tipo de sistema estes podem ser [69]:

- Circulação em termosifão, este sistema funciona pelo princípio de que um fluido quente é menos denso do que um fluido frio, fazendo com que o quente suba e o frio desça. Para que este princípio funcione é necessário que o depósito se encontre posicionado na parte superior do painel.
- Circulação forçada recorre a uma bomba para movimentar o fluido térmico. Este sistema é necessário quando não é viável a colocação do depósito acima dos coletores e também para os grandes sistemas em geral. A desvantagem é ser mais dispendioso. A instalação de coletores solares em edifícios, pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (eletricidade, gás natural, gás propano, etc.) para o aquecimento de água [20].

### 5.3.1.1.2. PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células fotovoltaicas que transformam a luz solar em energia elétrica na forma de corrente contínua, podendo esta ser armazenada em baterias ou consumida de imediato, ou vendida á rede de energia. [69]

Existem três tipos de painéis, que diferem conforme o tipo de cristais que compõem as células fotovoltaicas:

- Silício Monocristalino é o mais eficiente dos sistemas comerciais, com uma boa relação qualidade/custo, pois requer uma menor área de captação face a outros sistemas;
- Silício Policristalino tem uma eficiência média e um tempo de vida útil menor do que o Monocristalino;
- Silício amorfo apresenta uma baixa eficiência, sendo usado maioritariamente em produtos de uso pessoal como relógios e calculadoras. O seu tempo de vida útil é inferior aos dois tipos de células anteriores.

Esta forma de energia é uma das mais promissoras fontes de energia renovável, tendo como vantagens a ausência de poluição, a ausência de partes móveis, a reduzida manutenção e o tempo de vida elevado (25 anos) [20].

Uma possível aplicação da energia fotovoltaica é a sua integração em edifícios, pode ser feita tanto em paredes, telhados, coberturas. Esta aplicação pode representar reduções tanto dos custos construtivos como energéticos. A energia gerada desta forma serve não só para satisfazer os consumos do edifício, mas também para fornecer a energia produzida à rede [20].

### 5.3.1.2. PAINÉIS EÓLICOS

Esta tecnologia utiliza o vento como fonte de energia para a produção de eletricidade. Existem essencialmente dois tipos de turbinas eólicas [70]:

- Eixo horizontal são os tipos de turbinas mais comuns, como as aplicadas na maior parte dos parques eólicos. Atualmente a maior parte é composta por três pás, existindo entretanto turbinas com duas e apenas uma pá (eventualmente com menor custo em material). A principal desvantagem destas turbinas com duas ou uma pá é a menor estabilidade da estrutura.



Figura 38 – Turbinas de eixo horizonte [69]

- Eixo vertical são as mais indicadas para o meio urbano do que as de eixo horizontal, pois reagem melhor ao vento variável ou incerto que caracteriza deste meio. Por outro lado, precisam de uma velocidade de iniciação mais baixa.



Figura 39 – Turbinas de eixo vertical [70]

### 5.3.1.3. GEOTERMIA E AEROTÉRMICA

Estes sistemas aproveitam o calor do interior da Terra para o aquecimento do ambiente. Estas soluções tecnológicas reúnem num único sistema a capacidade de climatizar moradias e edifícios quer de inverno quer de verão. Os excelentes níveis de eficiência energética permitem reduções significativas da energia necessária face a sistemas tradicionais, levando a uma redução dos custos de climatização e melhoria na classificação das certificações energéticas.

- Sistema de climatização por Geotermia – Este sistema consiste em aproveitar o calor que se encontra no interior do solo que, combinado com uma bomba de calor, permite a climatização de moradias e edifícios de verão e inverno, independentemente das condições climatéricas exteriores.

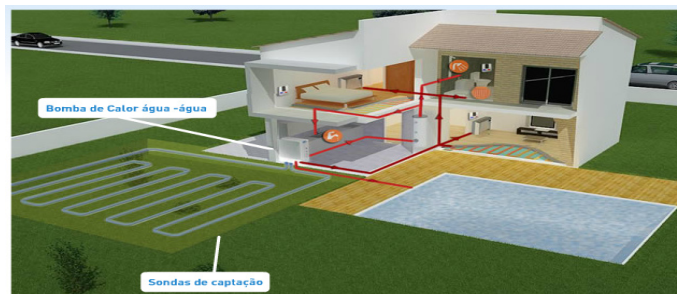


Figura 40 – Exemplo de um sistema de Geotermia [71]

- Sistema de climatização por Aerotérmica - Este sistema consiste em recuperar o calor no ar e que combinado com uma bomba de calor permite a climatização das habitações. Aquecer no inverno, regular a temperatura e/ ou refrescar no verão.

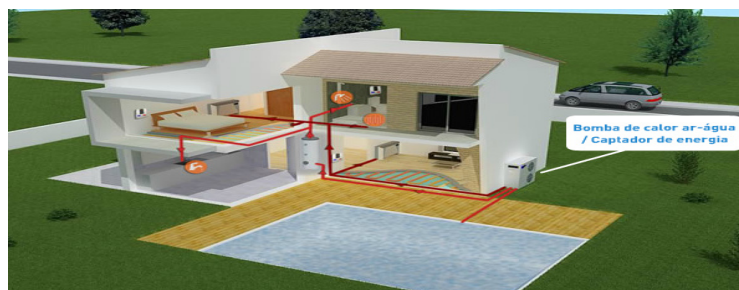


Figura 41 – Exemplo de um sistema de Aerotérmica [72]

#### 5.3.1.4. COGERAÇÃO

A cogeração é a produção combinada de energia térmica e de energia elétrica, num sistema integrado, a partir de uma única fonte de combustível que de outra forma seria desperdiçada.

Uma parte significativa da energia gerada na produção de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis é libertada sob a forma de calor. Quando aproveitada, esta energia térmica pode servir para produção de vapor e aquecimento de água ou de ar, entre outras utilizações, aumentando significativamente a eficiência de conversão dos recursos energéticos, ao mesmo tempo que reduz as emissões globais e os custos de operação em mais de 40%.

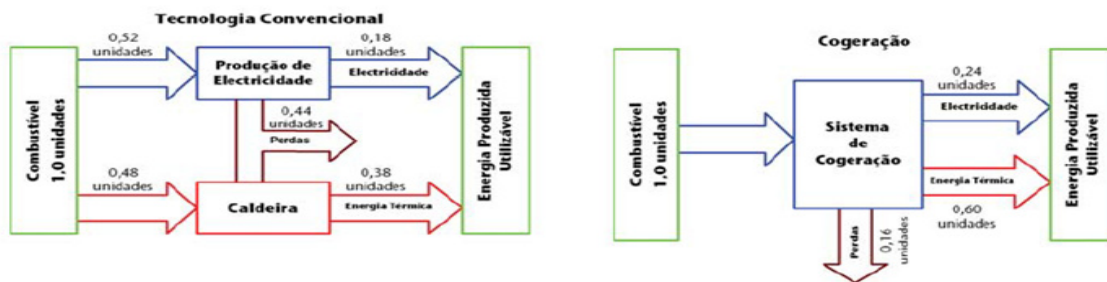


Figura 42 - Produção de calor e eletricidade por tecnologia convencional e por cogeração [20]

A cogeração é particularmente apropriada em instalações com elevados níveis de consumo de energia térmica ao longo do ano, geralmente utilizada por consumidores industriais, principalmente nas indústrias químicas, cerâmica e do papel, existindo também algumas instalações no sector terciário (hospitais, hotéis, centros comerciais).

As principais necessidades de energia térmica são para aquecimento, ventilação e ar condicionado e em menos extensão como vapor e água quente para várias utilizações, tais como lavandarias, cozinhas, esterilização, etc.

A Cogeração também tem aplicações na área dos recursos renováveis, sendo que se aproveitam os biocombustíveis sólidos como a Biomassa, (com origem em indústrias transformadoras de resíduos, tipo cortiça ou madeira) e gasosos (com origem industrial ou em aterros sanitários) como fontes de energia.

Estas podem todavia recorrer igualmente ao gás natural para fazer funcionar as centrais de cogeração.

As principais vantagens da cogeração podem ser avaliadas pelos seguintes fatores [20]:

- Menor custo de energia (elétrica e térmica);
- Melhor qualidade da energia elétrica no caso de ser mantida a ligação à rede;
- Evitar custos de transmissão e de distribuição de eletricidade;
- Maior eficiência energética;
- Menor emissão de poluentes (vantagens ambientais).

“De forma complementar à cogeração existe a possibilidade de utilizar a energia térmica recuperada (vapor a baixa pressão, água quente até 95°C) para a produção de frio industrial ou para climatização por recurso a sistemas de absorção, aproveitando os excedentes energéticos sob a forma de vapor, água quente ou aproveitando diretamente os gases de escape” é conseguida a Trigeração que pode produzir simultaneamente de energia elétrica, calor e frio.

Estes sistemas de Trigeração têm vindo a ser utilizados sobretudo no sector terciário, em processos de climatização.

“A utilização dos “chillers” de absorção pode constituir uma maneira de equilibrar o aumento das necessidades de frio com a diminuição das necessidades de calor no período estável. Contudo, em empresas industriais que tenham grandes necessidades de frio esta será também uma hipótese a considerar, sobretudo no caso das atuais unidades que recorrem ao arrefecimento por água (por exemplo bancos de gelo) utilizando sistemas tradicionais de refrigeração” [20].

### 5.3.1.5. BIOMASSA

Os elementos primários de biomassa, podem ser transformados pelas diferentes tecnologias de conversão em biocombustíveis sólidos, líquidos ou gasosos e nos produtos energéticos finais (energia térmica, mecânica e elétrica) [20].

Entre os usos tradicionais da biomassa, o mais conhecido é o aproveitamento das lenhas em vivendas unifamiliares, para aquecimento ambiente e produção de águas quentes. A utilização da biomassa para aquecimento ambiente, motivou o aparecimento de equipamentos modernos, eficientes e versáteis.

Existe uma oferta diversificada de modelos de fogões e caldeiras a biomassa que permitem ajustar-se às necessidades de diferentes utilizadores.

Os *pellets* ou grânulos de combustíveis formados por resíduos de serrações e do processamento de madeiras (aparas de madeira e serradura) processados de forma correta e reduzidos a pequenos grânulos comprimidos permitem que os equipamentos de aquecimento a biomassa se vulgarizem em todas as tipologias de edifícios. Esta solução é também muito vantajosa do ponto de vista económico na sua utilização em relação a outras formas de energia [26].

Os recuperadores de calor a *pellets* apresentam elevados rendimentos na produção de calor dispondo de funcionalidades como o controle de temperatura, alimentação automática, compactação automática das cinzas, ausência de produção de fumos entre outras, colocando-os como uma solução muito atrativa de aquecimento. Para além disso, a biomassa é um combustível mais barato e ecológico que os convencionais [26].

## **5.4. MICROGERAÇÃO**

A microprodução, ou microgeração é a atividade em pequena escala de sistemas de produção descentralizada de eletricidade, com possibilidade de entrega de energia elétrica à rede pública. Trata-se de instalações que produzem eletricidade a partir de recursos renováveis, baseada numa só tecnologia de produção nomeadamente microturbinas, células de combustível, microeólicas, painéis fotovoltaicos, mini e microhídricas, cogeração ou outro tipo de tecnologia.

Além da preservação dos recursos naturais, segurança energética e fornecimento sem impacto no meio ambiente. Contribui ainda para maior independência energética de um país.

### **5.4.1. MICROPRODUÇÃO EM PORTUGAL**

O sistema de microgeração em Portugal é regulado pelo DL n.º 118-A/2010, inclui um procedimento simples de registo eletrónico, culminando todo o processo com uma inspeção de conformidade técnica à instalação, antes da sua ligação à rede elétrica.

#### **5.4.1.1. REMUNERAÇÃO DA ENERGIA FORNECIDA**

Existem dois tipos de regimes remuneratórios no qual os produtores de eletricidade entregam a totalidade da energia produzida à rede elétrica de serviço público:

- Regime Bonificado - Permite aos produtores ter uma potência máxima de ligação à rede elétrica de 3,68 kW (11,04 kW para condomínios), vendendo a energia a um preço superior ao da que habitualmente adquire à rede elétrica;
- Geral - permite aos produtores ter uma potência máxima de ligação à rede elétrica de 5,75 kW, vendendo a eletricidade ao custo da energia do tarifário aplicável ao consumo que habitualmente adquire à rede elétrica.

#### **5.4.2. MICROGERAÇÃO EM CABO VERDE**

A microgeração é estabelecida no do Decreto-lei nº 1/2011 de 3 de Janeiro, artigo 57º. Este decreto-lei estabelece que podem registar-se como produtores de eletricidade por intermédio de unidades de microprodução todas as entidades que disponham de um contrato de compra de eletricidade.

“A unidade de autoprodução deve ser integrada no local da instalação elétrica de utilização e não pode ter uma potência de ligação à rede superior ao menor dos seguintes valores” [45]:

- 100 kW;
- 85% (oitenta e cinco por cento) do consumo anual em kWh /1800;
- 25% (vinte e cinco por cento) da potência máxima de consumo em kW nos termos do contrato de compra em vigor.

As instalações com potência de injeção superior a 5,00 kW devem ter um projeto assinado por um técnico responsável por instalações elétricas de serviço particular disponível no momento da inspeção.

O registo é realizado de forma automática em plataforma informática acessível através da internet, ou enquanto a plataforma não estiver disponível, mediante carta enviada à Direcção-Geral de Energia de acordo com os requisitos de informação a estabelecer por despacho do Diretor-geral de Energia [45].

##### **5.4.2.1. ATIVIDADE DE INSTALAÇÃO**

A atividade de instalação de unidades de microprodução renovável pode ser exercida pelos, empresários em nome individual ou sociedades comerciais, com alvará específico para o efeito de execução de instalações de produção de eletricidade.

Todas as entidades instaladoras que pretendam exercer a atividade de instalação de unidades de microprodução devem proceder ao seu registo no SRA, mediante o preenchimento de formulário eletrónico [45].

#### **5.4.2.2. REGIMES DE REMUNERAÇÃO**

Regime remuneratório específico aplicável à microprodução [45]:

- A tarifa de venda de eletricidade aplicável à microprodução é igual ao custo da energia para o consumidor segundo o tarifário aplicável à instalação de consumo pelo concessionário de distribuição de energia elétrica.
- O produtor não tem direito a vender, num determinado período, mais energia do que a consumida nesse mesmo período.
- A energia não vendida, nos termos do número anterior, é creditada em períodos posteriores.
- Os microproduções estão isentos de fornecimento de energia reativa à rede.

#### **5.4.2.3. ISENÇÕES E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS APLICÁVEIS À MICROPRODUÇÃO**

“A instalação de unidades de microprodução com base em fontes de energia renováveis está isenta de quaisquer licenciamentos, ambiental ou municipal, carecendo apenas de registo, nos termos do presente diploma”.

“ Os benefícios ambientais decorrentes da energia elétrica gerada pela microprodução são atribuídos à Concessionária por forma a compensar a concessionária da rede de transporte e distribuição pela disponibilidade permanente para recebimento da produção renovável decorrente da microprodução”.

## 5.5. SISTEMAS E APLICAÇÕES FOTOVOLTAICOS

Hoje em dia, os sistemas fotovoltaicos são usados num conjunto vasto de aplicações. Em muitas destas aplicações, os sistemas fotovoltaicos substituem com vantagem outros meios de produção alternativos [73].

### 5.5.1. SISTEMAS LIGADOS À REDE ELÉTRICA

Sistemas ligados à rede de energia elétrica, à qual entregam toda a energia que a radiação solar lhes permite produzirem. Para este efeito é necessário um inversor que serve de elemento de interface entre o painel e a rede, de modo a adequar as formas de onda das grandezas elétricas DC do painel às formas de onda AC exigidas pela rede e os seguintes componentes conforme se pode verificar na figura seguinte.



Figura 43 - Estrutura Principal de um sistema fotovoltaico com ligação à rede [73]

Em que:

1. Gerador fotovoltaico (vários módulos fotovoltaicos dispostos em série e em paralelo, com estruturas de suporte e de montagem)
2. Caixa de junção (equipada com dispositivos de proteção e interruptor de corte principal DC)
3. Cabos AC-DC
4. Inversor
5. Mecanismo de proteção e aparelho de medida

#### **5.5.1.1. SISTEMA ISOLADO**

Em sistema isolado, alimentando diretamente cargas. Neste modo de funcionamento, o critério de dimensionamento é a radiação disponível no mês com menos sol, uma vez que é necessário assegurar o abastecimento durante todo o ano, em associação com os coletores fotovoltaicos é ainda necessário dispor de [73]:

- Baterias, de modo a assegurar o abastecimento nos períodos em que o recurso é insuficiente ou não está disponível; as baterias são carregadas quando o recurso disponível permite obter uma potência superior à potência de carga.
- Regulador de carga, que efetua a gestão da carga por forma a obter perfis compatíveis com a radiação disponível e com a capacidade das baterias.
- Inversor, requerido se houver cargas alimentadas em AC.

#### **5.5.1.2. SISTEMA HÍBRIDO**

Em sistema híbrido, alimentando diretamente cargas isoladas, em conjunto com outros conversores de energias renováveis, por exemplo, o eólico; neste modo de operação os dispositivos requeridos são os mencionados para o funcionamento em sistema isolado, podendo existir também um meio de produção convencional, geralmente o gerador diesel, para apoio e reserva [73].

#### **5.5.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA E SELEÇÃO DOS COMPONENTES**

Seguidamente descreve-se soluções de sistemas fotovoltaicas com ligação à rede visto tratar-se da solução escolhida para a realização do caso de estudo.

### 5.5.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

A escolha dos painéis é feita em função, do tipo de tecnologia, monocristalino, policristalino, amorfo. Com base nestas especificações, é selecionado o módulo que irá ser instalado. As especificações técnicas do módulo escolhido determinam os passos seguintes do dimensionamento do sistema.

Após de selecionar o módulo, o primeiro passo será determinado o número de módulos que podem ser instalados na área disponível. Este número permitirá determinar de forma aproximada a potência total do sistema fotovoltaico [74].

Através da potência de pico do sistema e da potência máxima do módulo pode ser calculado o número de módulos fotovoltaicos necessários para o sistema. Este cálculo pode ser visualizado na seguinte expressão 1, em que:

$$N^{\circ}_{\text{Módulos}} = \frac{P_{\text{sist}}}{P_{\text{máx}}} \quad (1)$$

### 5.5.2.2. INVERSORES

As especificações técnicas dos inversores proporcionam importante informação para o dimensionamento e a instalação dos sistemas fotovoltaicos, pelo que é fundamental que sejam respeitadas. A configuração do sistema e da instalação elétrica determina o número, o nível de tensão e a classe de potência dos inversores [74].

A potência do inversor deriva da potência estimada para o sistema fotovoltaico e do tipo de sistema escolhido. Como regra geral, dado que os inversores são fornecidos para vários níveis de potência é normalmente utilizado a escolha da potência do inversor deverá ser entre os valores indicados pela expressão (2) [74]:

$$0,7 \times P_{\text{Sist}} < P_{\text{Inv DC}} < 1,2 * P_{\text{Sist}} \quad (2)$$

Em que  $P_{\text{Sist}}$  representa a potência de pico do sistema (kWp) e  $P_{\text{InvDC}}$  representa a potência do inversor.

#### 5.5.2.2.1. DETERMINAÇÃO DA TENSÃO DO SISTEMA

Quando se dimensiona o sistema, o intervalo de operação do inversor deve ser ajustado em função da curva característica do gerador fotovoltaico. O intervalo MPP do inversor deve incorporar, os pontos MPP da curva característica do gerador para diferentes temperaturas. Para além disso, deve-se ter em conta a tensão limite de operação e a tensão máxima admissível do inversor [74].

#### 5.5.2.2.2. NÚMERO MÍNIMO DE MÓDULOS POR FILEIRA

O número mínimo de módulos por fileira é determinado para o verão, os módulos instalados no telhado podem estar sujeitos a temperaturas superiores a 70 °C.

Esta temperatura serve geralmente de base para determinar o número mínimo de módulos de uma fileira.

Devido às elevadas temperaturas a que está sujeito as radiação do Verão, um sistema fotovoltaico terá uma tensão aos seus terminais inferior àquela que se verifica nas fichas técnicas fornecidas pelos fabricantes. Caso isso aconteça, a eficiência global do sistema ficará comprometida e, na pior das hipóteses, poderá provocar o corte do inversor. Por este motivo, o sistema deverá ser dimensionado de tal modo que, o número mínimo de módulos ligados em série numa fileira derive do quociente entre a tensão mínima MPP de entrada do inversor e a tensão MPP do módulo à temperatura de 70 °C [74].

A expressão 3 permite calcular o número mínimo de módulos que é possível ligar em série numa fileira [97]:

$$n_{\min} = \frac{U_{MPP(INV_{\min})}}{U_{MPP(Módulo\ 70^{\circ}C)}} \quad (3)$$

Onde:

$U_{MPP(INV_{\min})}$  - É a tensão mínima de MPP do inversor

$U_{MPP(Módulo\ 70^{\circ}C)}$  - É a tensão MPP do painel para uma temperatura de 70 °C.

No caso a tensão MPP do painel para uma temperatura de 70 °C não seja especificada nas fichas técnicas fornecidas pelos fabricantes, pode ser calculada através da tensão MPP do painel nas condições STC, através do coeficiente  $\Delta U$  em % ou em mV por cada °C, como se segue na expressão 4 e 5 respetivamente:

$\Delta U$  em % para cada °C:

$$U_{MPP(\text{Módulo } 70^{\circ}\text{C})} = \left(1 + \frac{45^{\circ}\text{C} \times \Delta U}{100}\right) \times U_{MPP(\text{STC})}$$

(4)

$\Delta U$  em mV por cada °C:

$$U_{MPP(\text{Módulo } 70^{\circ}\text{C})} = U_{MPP(\text{STC})} + 45^{\circ}\text{C} \times \Delta U$$

(5)

#### 5.5.2.2.3. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE FILEIRAS

Para completar o dimensionamento, devemos verificar se em algum momento a corrente do gerador fotovoltaico ultrapassa o limite máximo da corrente de entrada do inversor. O número máximo de fileiras deverá ser igual ao quociente entre os valores máximos da corrente do inversor e da fileira de módulos, conforme se pode verificar na expressão 6.

$$N_{\text{Fileira}} \leq \frac{I_{\max(\text{INV})}}{I_{n \text{ Fileira}}}$$

(6)

Em que  $I_{\max(\text{INV})}$  é a corrente máxima admissível no inversor e  $I_{n \text{ Fileira}}$  é a corrente máxima por fileira ou corrente máxima do módulo fotovoltaico.

## **6. Implementação e Viabilidade Económica de um Sistema de microprodução fotovoltaica para aumentar a eficiência energética de um edifício**

A integração de sistemas de microgeração nos edifícios, ainda não é explorada em grande escala em Cabo Verde. Conforme já foi referido na presente dissertação, o sector energético em Cabo Verde atravessa grandes obstáculos, aliada à subida dos combustíveis fósseis e o aumento da procura de energia tem vindo cada vez mais a agravar a sustentabilidade deste sector.

A instalação de sistema de microgeração poderá contribuir para a redução da dependência energética, para melhoria da segurança do abastecimento, para a redução das emissões de gases de efeito de estufa, redução do risco de interrupção do fornecimento de energia, visto que há períodos marcado por frequentes apagões e longos cortes no fornecimento de energia às populações, especialmente nos principais centros urbanos, como na cidade da Praia na ilha de Santiago.

Com o objetivo de maximizar a integração de sistemas de microgeração fotovoltaicos como fonte de energia alternativa para contribuir para a produção de energia no país. Deste modo, analisa-se a implementação de um sistema de microgeração fotovoltaico para um edifício na ilha de Santiago (Praia) para suprir a necessidade energética anual de um edifício.

Assim, análises de sistemas e tecnologias fotovoltaicos bem como preço/benefício são evidenciados para ultrapassar algumas das dificuldades iniciais de utilização desta forma alternativa e não poluente.

## **6.1. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO**

O presente estudo, refere-se a implementação de um sistema de microgeração fotovoltaica num edifício residencial com interligação a rede elétrica de baixa tensão. Para tal, decidiu-se optar por fazer a análise para diferentes tecnologias fotovoltaicos, onde se pretende encontrar a melhor solução no ponto de vista energético e económico, para instalar num edifício em Cabo Verde. Assim, recorreu-se à ferramenta PVsyst para dimensionar o sistema. Com os resultados obtidos são realizadas análises do desempenho do sistema, bem como, a análise económica do sistema tendo em conta o custo dos componentes do sistema.

O edifício em estudo apresenta uma cobertura plana, facilitando assim a colocação dos sistemas solares fotovoltaico com a orientação e inclinação desejadas. O sistema é composto apenas com um contador bidirecional, que regista a energia consumida e a energia injetada na rede pelo sistema fotovoltaico.

Considera-se que não existem obstruções à radiação solar, tanto nas imediações do edifício como no horizonte, para além daquelas provenientes dos próprios módulos fotovoltaicos.

## **6.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA**

### **6.2.1. ANÁLISE DO CONSUMO**

Para que seja possível realizar um estudo o mais próximo da realidade foram analisadas as faturas de eletricidade, do consumo de energia elétrica do edifício em estudo, durante os últimos seis meses, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6 - Consumo de energia elétrica do edifício (2013)**

<b>Mês</b>	<b>Consumo mês (kWh)</b>	<b>Consumo Diário (kWh)</b>
Janeiro	323	10
Fevereiro	410	13
Março	337	11
Abril	281	9
Maio	250	8
Junho	447	14
Julho	245	8
<b>Media (Consumo Diário (kWh))</b>		<b>10,6</b>

Por falta de fatura de eletricidade dos restantes meses, fez-se a média do consumo diário do edifício ao longo desses meses e obteve-se um consumo médio de 10,6 kWh, o que equivale um consumo médio de 3867 kWh/ano.

Conforme já foi referido na presente dissertação o sistema de microgeração vigente em Cabo Verde não pode ter uma potência de ligação à rede superior ao menor dos seguintes valores: 100 kW; 85% (oitenta e cinco por cento) do consumo anual em kWh /1800; 25% (vinte e cinco por cento) da potência máxima de consumo em kW nos termos do contrato de compra em vigor.

Dado que a potência contratado do edifício é de 9,9 kW, a potência do sistema a instalar, resulta na seguinte expressão:

$$P_{Sist} = P_{Cont} \times 0,25 \quad (7)$$

$$P_{Sist} = 0,85 \times C_{Anual} / 1800 \quad (8)$$

Assim temos:

$$P_{sist} = 2,48 \text{ kW}$$

$$P_{sist} = 1,82 \text{ kW}$$

Devido a essa imposição legal, considera-se vantajoso dimensionar um sistema com potência de ligação ligeiramente inferior aos resultados obtidos, visto que o excedente de produção não pode ser vendido á rede, fica a crédito. Nestes termos, considera-se um sistema com potência ligação de 1,6 kW, em que a produção fotovoltaica opera como fonte complementar de energia, suprimindo parcialmente o consumo de energia do edifício.

### 6.3. BASES PARA A AVALIAÇÃO ECONÓMICA DE UM INVESTIMENTO

A avaliação económica de investimentos projetados para longos períodos de vida deve considerar que um pagamento realizado hoje é diferente se for realizado daqui a vários anos. É assim necessário efetuar a atualização desses valores com base numa taxa de atualização. Com base no Valor Atual Líquido (VAL), e o “Payback”, é possível avaliar economicamente os nossos investimentos.

#### 6.3.1. VALOR ATUAL LÍQUIDO (VAL)

O VAL é a diferença entre as entradas (receitas) e saídas (investimento) de dinheiro devidamente atualizados durante toda a vida útil de empreendimento, e que pode ser expresso da seguinte expressão:

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - I_t \quad (9)$$

Onde  $n$  corresponde à vida útil do empreendimento,  $R_j$  é a receita líquida que se obtém para o ano  $j$ ,  $I_t$  é o Investimento total atualizado para o ano 0,  $i$  é a Taxa da atualização. Relativamente à receita líquida, esta calcula-se pela diferença entre a Receita Bruta do ano  $j$  ( $R_j$ ) e os Custos de Exploração do ano  $j$ .

$$R_{Lj} = R_j - C_{ej} \quad (10)$$

A regra de decisão será a de aceitar apenas os projetos em que  $VAL > 0$ , pois nesse caso o projeto poderá gerar benefícios em valor que permitirão recuperar os recursos aplicados. Temos então:

- Se o valor for positivo ( $VAL > 0$ ), o projeto será economicamente viável, porque permite cobrir o investimento, gerar a remuneração exigida pelo investidor (o custo de oportunidade) e ainda excedentes financeiros;

- O caso em que VAL é nulo (VAL= 0), é o caso limite, em que o investidor ainda recebe a remuneração exigida;
- Quando VAL é negativo (VAL <0), o projeto considera-se à partida economicamente inviável.

### 6.3.2. PAYBACK

O período de recuperação do capital investido é o período de tempo necessário até à recuperação do capital investido. Isto acontece quando:

$$\sum_{j=1}^P \frac{R_{tj}}{(1+i)^j} \geq I_t \tag{10}$$

Através da análise destes indicadores pode-se concluir de imediato acerca do interesse do projeto.

Relativamente aos Custos, estes podem ser agrupados da seguinte forma:

- Investimento Inicial: Corresponde à soma do preço de todos os equipamentos, custos do projeto (estudo e implementação), das infraestruturas, e dos equipamentos.
- Operação e Manutenção (O&M): Estas despesas referentes à operações de verificação do correto funcionamento do sistema, e substituição de equipamentos que manifestem algum mau funcionamento.

## 6.4. FERRAMENTA

O PVsyst é uma ferramenta utilizada para desenvolver o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, permite também a análise do estudo, simulação e dados de sistemas completos PV. Esta ferramenta PVsyst permite simular sistemas com ligação à rede, autónomos e outras situações especiais (sistemas para bombagem entre outros) e inclui extensas bases de dados meteorológicos de diferentes locais e de diversos componentes de sistemas fotovoltaicos (módulos fotovoltaicos, inversores, reguladores de carga, etc.) bem como ferramentas gerais de apoio ao aproveitamento da energia solar [75].

As características apresentadas e a possibilidade de simular sistemas ligados à rede são a justificação para a escolha deste programa.



Figura 44 - Página principal PVSYST

O PVsyst pode ser utilizado consoante as necessidades do utilizadores, quer sejam engenheiros, arquitetos ou investigadores podendo também ser utilizado sob o ponto de vista educacional. O PVsyst pode ser utilizado em diversas fases de desenvolvimento de um projeto:

- “Preliminary Design” – ou seja, trata-se do pré-dimensionamento de um projeto. Trata-se de um modo onde pode ser feita uma simulação rápida com valores médios mensais, apenas disponibilizando algumas características gerais do sistema sem especificar componentes;

- “Project Design” – É feito um dimensionamento completo do sistema fotovoltaico detalhado de hora em hora;
- “Tools” – Casos em que o sistema é executado e montado, utilizado para análises de comparação entre valores simulados e valores medidos.

O dimensionamento da ferramenta PVSYST divide-se nas seguintes etapas:

- Características do local e do Projeto;
- Seleção dos componentes;
- Configuração do sistema;

## 6.5. INTRODUÇÃO DE DADOS

Neste subcapítulo será feita a descrição pormenorizada de todas as funcionalidades da ferramenta utilizada. De modo a clarificar todas as vertentes e explicações, serão incluídas imagens da interface da ferramenta, apresentando todos os pressupostos assumidos em cada caso indicando ao mesmo tempo os campos de preenchimento utilizados para efeitos de configuração dos sistemas.

### 6.5.1.1. DEFINIÇÃO DO PROJETO E DA LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

Para iniciar a simulação dos sistemas fotovoltaicos, começou-se a partir do menu principal utilizando "Project design" e "Grid-Connected" para o estudo prévio do sistema fotovoltaico.

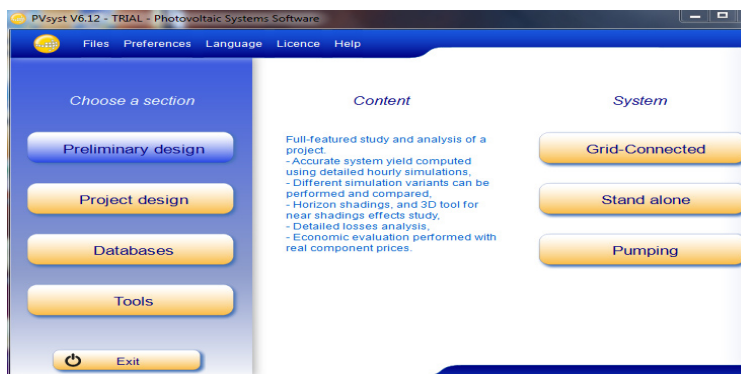


Figura 45 - Página principal PVSYST

O proximo passo é o campo “project”, permite a criação de difrentes projectos para para mesma zona climatica, permitindo alterar os parametros do sistema. Para além disso permite a escolha das localizações e dos ficheiros climaticos para o projecto.

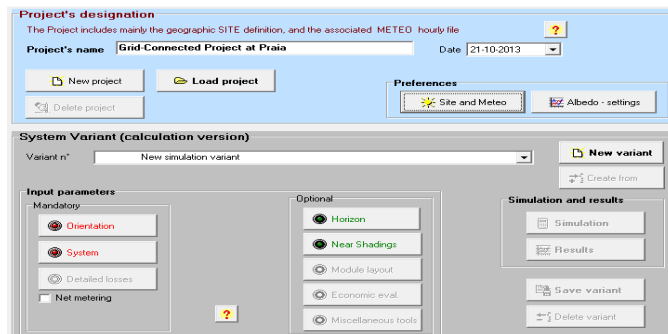


Figura 46 – Campo “Project”

### 6.5.1.2. DEFINIÇÃO DA ORIENTAÇÃO E INCLINAÇÃO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

No campo “Orientation” foram definidas a Orientação dos painéis com a possibilidade de escolha de módulos seguimento solar, dupla orientação ou montagem fixa.

Para este cenário considerou-se o sistema fixo, com azimute 0 e inclinação dos painéis 15° de (Fig 47).

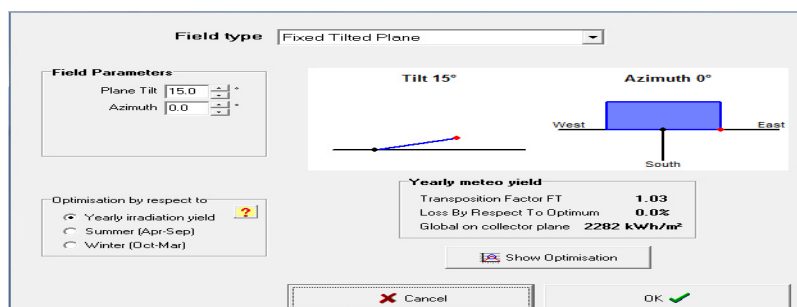


Figura 47 - Orientação dos painéis para o sistema fixo

O botão “Mostrar Otimização” permite-nos saber a exposição solar a que os módulos vão estar sujeitos.

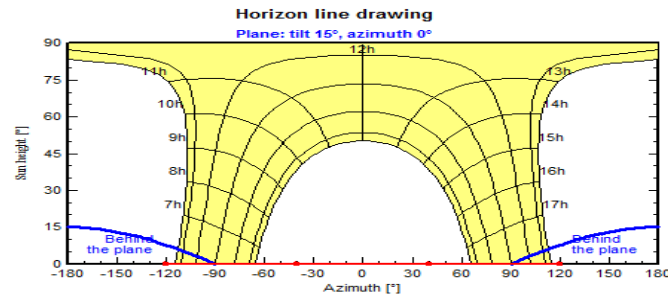


Figura 48 - Percurso solar em função do azimute solar

### 6.5.1.3. DEFINIÇÃO DE SOMBREAMENTOS

Neste cenário considera-se que não há sombreamentos.

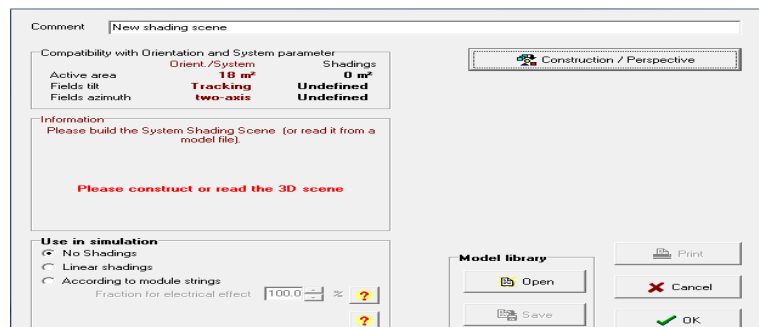


Figura 49 – Campo de definição de sombreamento

### 6.5.1.4. SELEÇÃO DOS COMPONENTES

No campo “System” são definidos os componentes constituintes do sistema fotovoltaico, ou seja, os módulos fotovoltaicos, o inversor.

Antes de se proceder à escolha dos componentes do sistema, começa-se por inserir o valor da potência a injetar na rede, posteriormente o PVSYSYTT fornece o valor da área disponível. Estabeleceu-se para o projeto uma potência de pico de 1,6 kWp.

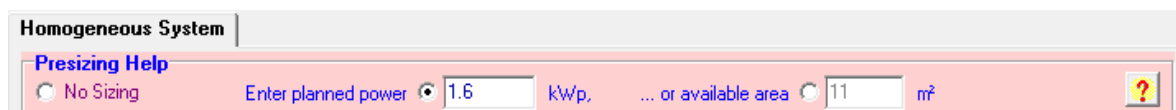


Figura 50 - Inserção da potência máxima para o sistema FV

#### 6.5.1.4.1. MÓDULOS

Após a inserção da potência máxima, escolheu-se os painéis fotovoltaica, de forma a se saber qual o número de módulos necessários.

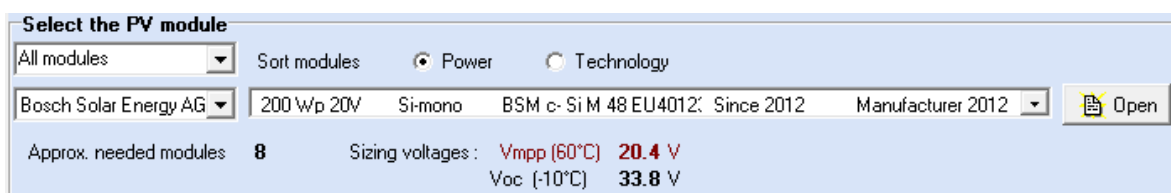


Figura 51 - Seleção do tipo de módulo FV

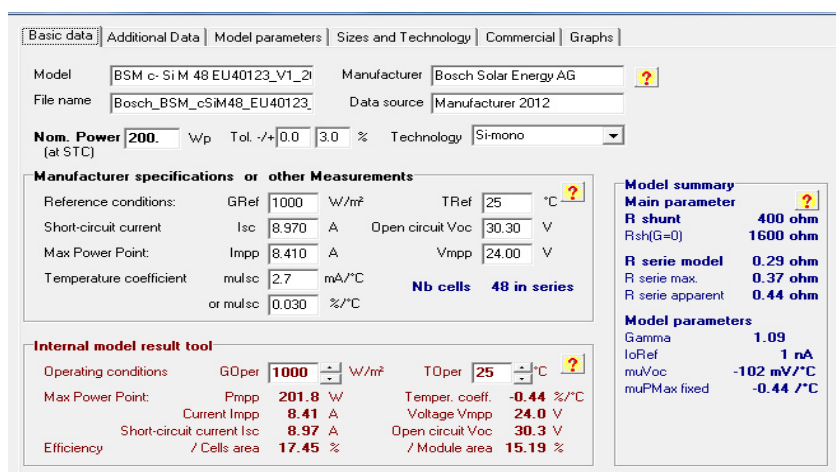


Figura 52 - Características elétricas do módulo escolhido

Foram selecionados quatro modelos de painéis fotovoltaicos disponíveis na base de dados do PVSYST. As tecnologias de células fotovoltaicas escolhidas foram policristalino e monocristalino. Apresenta-se na seguinte tabela um resumo dos módulos fotovoltaicos utilizados divididos em função das tecnologias dos paineis.

Tabela 7 - Resumo das tecnologias, fabricantes e modelos utilizados

Tecnologia	Modelo	Fabricante	Potência (kWp)	Eficiência (%)
Monocristalino	Suntech 260S-20	Suntech	260	16,01
	Bosch c- Si M 48-200	Bosch Solar Energy AG	200	15,19
Policristalino	CS6P - 230P	Canadian Solar Inc.	230	14,32
	Solar world SW 240	Solar World	240	14,35

### 6.5.1.5. SELEÇÃO DO INVERSOR

A selecção do inversor é feita de forma semelhante á dos módulos, através de uma caixa de selecção, tal como se pode observar na Figura 54.

Para este estudo, foi escolhido apenas um inversor da marca Sunny Boy SWR 1700, modelo SBH1700 para todos os cenários, tendo em conta o limite de potência de ligação do sistema para este estudo, estar limitado a 1,6 kW, além disso trata-se de um sistema com uma potência relativamente pequena, o que não justifica a utilização de mais inversores. As características do inversor escolhido é apresentada na Figura 55.

Figura 53 – Seleção do tipo de inversor

Figura 54 - Característica do Inversor

### 6.5.1.6. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Com base nos dados que foram introduzidos acima, a seleção dos módulos, do inversor e da compatibilidade destes. Foi então possível efetuar a simulação do projeto.

Simulation parameters					
Variant	simulação boch200				
Project	Grid-Connected Project at Praia	FV module	BSM c- Si M 48 EU40123_V1_200wp	Sunny Boy SWR 171	
Site	Praia	Unit power	200 Wp	Unit power	1.6 kW
Horizon	Free Horizon	Nb. modules	8	Nb. inverters	1
System	Grid-Connected	Array Power	1.60 kWp	Pnom AC	1.55 kWac

Figura 55 - Parâmetro de simulação

### 6.5.1.7. RESULTADO DA SIMULAÇÃO

Da análise da Figura 57 , verificou-se que a produção anual deste sistema composto pelo painel Bosch c- Si M 48-200 é de 2868 kWh/ano com uma taxa de desempenho de 78,5%.

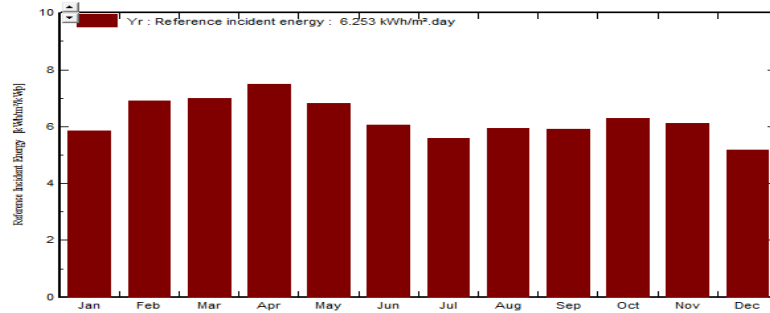
Simulation parameters					
Project	Grid-Connected Project at Praia	System			
Site	Praia	PV modules	c- Si M 48 EU40123_V1_2	Inverter	Sunny Boy SWR 1700 (2005)
System type	Grid-Connected	Nominal Power	1.60 kWp	Inv. unit power	1.6 kW
Simulation	01/01 to 31/12 (Generic meteo data)	MPP Voltage	24.0 V	Nb. of inv.	1
		MPP Current	8.4 A		
<b>Main results</b>					
System Production	2868 kWh/yr	Normalized prod.	4.91 kWh/kWp/day		
Specific prod.	1793 kWh/kWp/yr	Array losses	0.95 kWh/kWp/day		
Performance Ratio	0.785	System losses	0.39 kWh/kWp/day		

Figura 56 – Resultado da simulação do Projeto

Tabela 8 – Balanço do Sistema

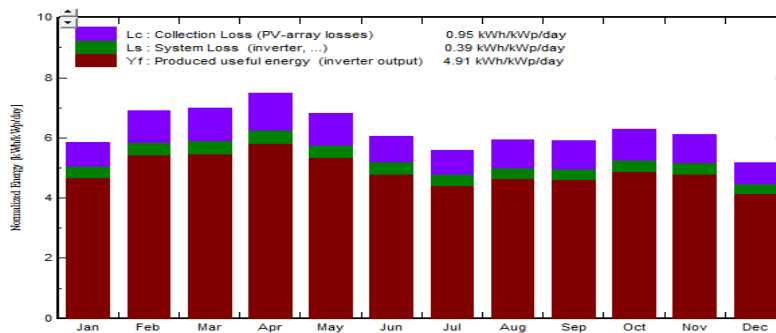
	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
<b>January</b>	156.2	21.95	181.3	176.1	250.4	232.1	12.99	12.04
<b>February</b>	172.7	21.70	193.5	188.6	262.6	243.3	12.77	11.83
<b>March</b>	206.1	22.12	216.4	210.7	292.9	271.3	12.73	11.79
<b>April</b>	227.5	22.42	224.5	218.7	301.2	278.7	12.62	11.68
<b>May</b>	223.9	23.09	210.9	204.5	286.5	264.9	12.78	11.81
<b>June</b>	195.8	24.28	181.8	175.7	249.5	230.7	12.91	11.94
<b>July</b>	184.5	25.36	173.5	167.6	237.5	219.3	12.87	11.89
<b>August</b>	189.7	26.55	184.1	178.1	248.5	229.9	12.70	11.75
<b>September</b>	173.5	27.10	177.4	171.8	238.4	221.0	12.64	11.72
<b>October</b>	179.3	26.49	194.7	189.3	260.6	241.7	12.59	11.68
<b>November</b>	159.1	25.09	183.3	178.2	247.8	229.7	12.72	11.79
<b>December</b>	138.4	23.35	160.6	155.7	222.2	205.6	13.01	12.04
<b>Year</b>	2206.9	24.14	2282.2	2215.1	3098.1	2868.2	12.77	11.82

No gráfico 17, podemos verificar os meses com maior energia incidente. Como se pode verificar o mês de Dezembro é o mês com menor energia incidente.



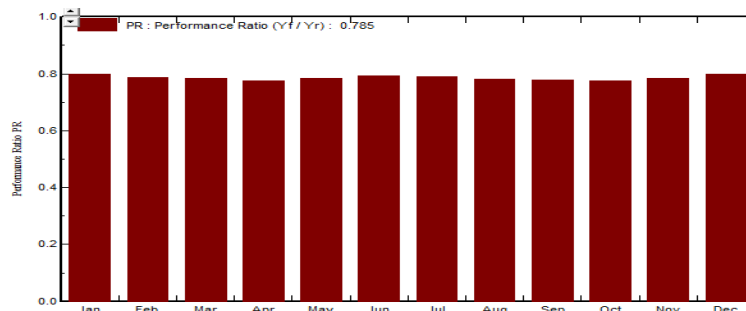
**Gráfico 17 - Energia incidente (kWh/m²/kWp), em cada mês, no painel fotovoltaico**

O Gráfico que se segue ilustra as perdas e as produções diárias. Como se pode verificar às perdas do sistema fotovoltaico são maiores nos meses com maior energia produzida.



**Gráfico 18 - Produção Diária normalizada e as Perdas**

Dá análise do Gráfico 19, verificou-se um rendimento do sistema fotovoltaico aproximadamente constante ao longo dos meses, com uma média de 78,5%.



**Gráfico 19 - Desempenho do sistema fotovoltaico**

## 6.6. ANÁLISE AO DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos através das simulações executadas com a ferramenta PVsyst. Os resultados apresentados irão permitir a análise do desempenho dos sistemas utilizados assim como o consumo de energia elétrica da edificação e posteriormente é realizada a análise económico.

### 6.6.1. RESUMO DOS RESULTADOS

Foram efetuadas simulações para diferentes tecnologias (monocristalino e policristalino) e fabricantes. Assim, a Tabela 9 apresenta o resumo da energia mensal e anual produzida, para cada um dos painéis solares fotovoltaicos escolhidos, o rendimento do sistema e os números de painéis utilizado.

Tabela 9 - Energia produzida (KWh) com o recurso do programa de simulação PVSYST

Mês	Modelo dos Painéis			
	Monocristalino		Policristalino	
	Suntech 260S-20	Bosch c- Si M 48-200	Solar world SW 240	CS6P - 230
Janeiro	220,7	232,1	228,9	228,3
Fevereiro	232,5	243,3	240,5	240,1
Março	259,1	271,3	268	267,6
Abril	266,7	278,7	275,5	275,3
Maio	252,3	264,9	261,2	260,9
Junho	218,6	230,7	226,8	226,5
Julho	207,4	219,3	215,3	215,1
Agosto	217,9	229,9	225,8	225,8
Setembro	209,7	221	217,1	217,2
Outubro	229,9	241,7	237,8	237,8
Novembro	218,4	229,7	226,1	226,1
Dezembro	194,8	205,6	202,3	201,9
Anual	2727,9	2868,2	2825,2	2822,9
Número de painéis	6	8	7	7
Rendimento do sistema	77%	79%	74%	77%

### 6.6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar os resultados obtidos, utilizou-se os meses de Janeiro á Julho, como base para as análises mais detalhadas no que se refere ao desempenho dos diversos painéis utilizados para o estudo. Sendo assim, apresenta-se o Gráfico 20 com os valores de produção mensal das diferentes tecnologias fotovoltaica utilizada para o estudo.

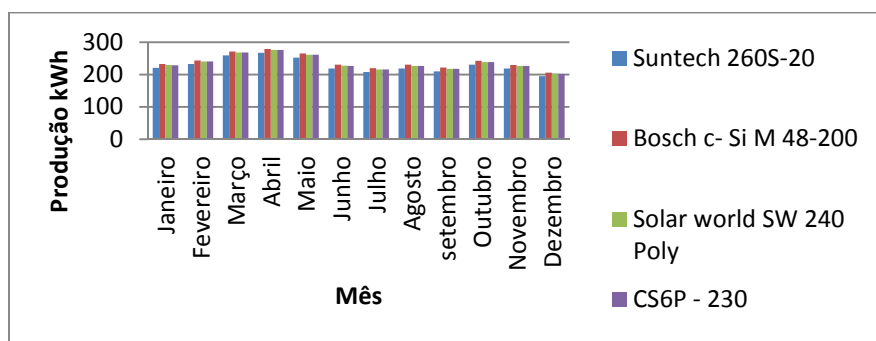
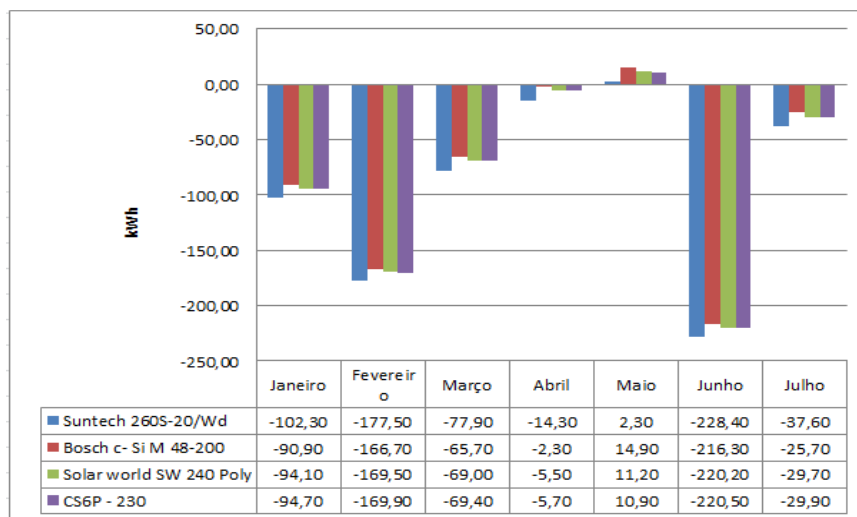


Gráfico 20 - Valores de produção mensal dos módulos fotovoltaicos utilizados

Da análise do Gráfico 20, observa-se que os meses com maior produção correspondem aos meses de Março e Abril. Pode-se constatar que os quatros painéis escolhidos para o estudo, não apresentam grandes diferenças em termos de energia produzida.

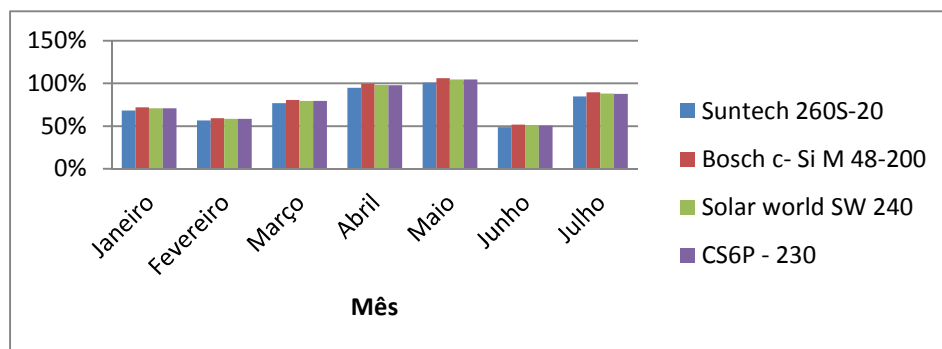
De forma a se conhecer até que ponto os painéis fotovoltaicos cumprem com as necessidades mensais do edifício, elaborou-se o Gráfico 21, subtraindo-se a energia consumida da energia produzida em cada mês. Apresenta-se também as contribuições (Percentual) dos sistemas para suprir o consumo energético do edifício, conforme se pode verificar no Gráfico 22.



**Gráfico 21- Consumo e produções energéticas de cada painel**

Analisando o Gráfico 21, saldo positivo indicam que a produção de energia é maior que consumo, sendo o excesso injetada na rede elétrica, gerando créditos para o consumidor. Enquanto, os saldos negativos representam consumo maior que a produção, utilizando a rede elétrica como complemento para satisfazer o déficit de consumo do Edifício.

Observa-se que no mês em que houve saldo positivo, o painel Bosch c- Si M 48-200 gerou mais excesso, produziu 264,9kWh cujo consumo no referente mês (Maio) foi de 250 kWh, o que equivale a um excedente de 14,90 kWh injetado na rede elétrica.



**Gráfico 22 - Percentagem do consumo mensal suprida pelo sistema**

Conforme se pode observar no Gráfico 22, nos meses de Janeiro á Julho a contribuição dos painéis para a produção fotovoltaica em relação ao consumo mensal do edifício, foi superior a 45%.

Observa-se ainda, que o sistema composto pelo modelo Bosch c- Si M 48-200, apresentou uma maior contribuição mensal em torno dos 106% e o modelo que apresentou uma menor contribuição é o sistema composto pelo painel Suntech 260S-20 satisfazendo apenas 49% da necessidade mensal.

A seguir é apresentada os valores de produção anual e o balanço de produção e consumo, bem como a percentagem da necessidade energética anual suprida, apresentados nos Gráficos 23, 24 e 25, respetivamente.

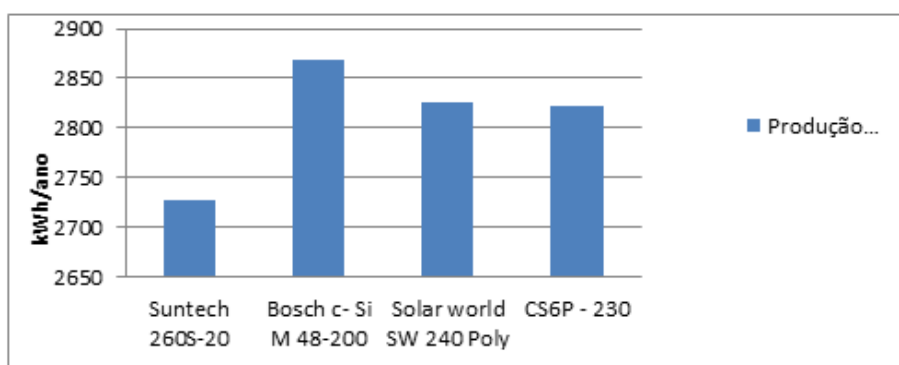


Gráfico 23 – Produção Anual dos Módulos

Em análise do Gráfico 23, observa-se que o sistema composto pelo painel Bosch c- Si M 48-200 apresentou melhores valores de produção anual.

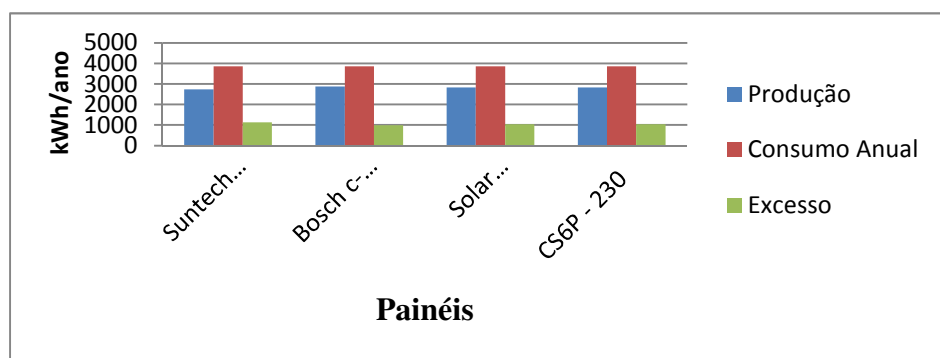
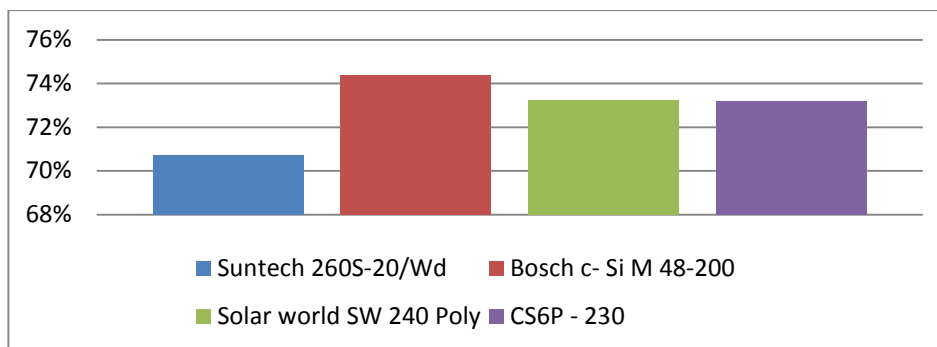


Gráfico 24 – Balanço de Produção e consumo de energia



**Gráfico 25 - Percentagem da necessidade energética anual suprida**

Analisando os resultados obtidos, de todos dos painéis utilizados, conclui-se que sob o ponto de vista energético, os resultados apresentados demonstra a superioridade do sistema composto pelo painel Bosch c- Si M 48-200, com uma produção energia elétrica de 2868,2 kWh/ano, o que representa 74% da necessidade energética do edifício.

## **6.7. ANÁLISE DE INVESTIMENTO**

Nesta secção será efetuada uma análise económica dos sistemas analisados. Pretende-se analisar a viabilidade económica de sistema de microgeração fotovoltaico, tendo em conta a legislação vigente em Cabo Verde, onde a energia produzida é para autoconsumo e o excesso fica a crédito. Foram então realizados os orçamentos para cada tecnologia de painéis e as respetivas análises financeiras do investimento, para estimar o retorno financeiro para um sistema fotovoltaico de 1,6 kW.

### **6.7.1. ORÇAMENTAÇÃO DO PROJETO**

Para efetuar-se o orçamento foram considerados os preços individuais de cada componente que constituem os quatros sistemas fotovoltaicos estudados. Os preços dos componentes foram encontrados em tabelas de revendedores. Para o estudo em questão, considerou-se os seguintes equipamentos para efeitos orçamentais:

- Módulos fotovoltaicos;
- Inversor;
- Contador Bidirecional;
- Estrutura de suporte;
- Equipamentos elétricos

A Tabela que se segue apresenta os equipamentos necessários para a implementação de sistema fotovoltaica, assim como os respetivos preços unitários.

**Tabela 10- Equipamentos a instalar e respetivos preços do sistema composto pelo painel Suntech 260S-20**

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Preço Total (€)</b>
<b>Suntech 260S-20/Wd</b>	<b>6</b>	235,03	1.410,18
<b>SMA-1700</b>	1	909,63	909,63
<b>Contador Bidirecional</b>	1	691	691,00
<b>Estrutura de suporte</b>	1	840,00	840,00
<b>Caixa com protecções AC</b>	1	200,00	200,00
<b>Caixa com fusíveis DC</b>	1	150,00	150,00
<b>Instalação</b>	–	–	1.200,00
<b>Total</b>		<b>5.400,81</b>	

No anexo apresentam-se os orçamentos para todas tecnologias de painéis utilizados para o caso de estudo. Por forma a resumir os orçamentos apresentados, elaborou-se a Tabela 11 que indica os resultados finais dos orçamentos para cada tecnologia de painéis.

**Tabela 11 - Investimento realizado em cada tecnologia de painéis escolhidos**

<b>Tecnologia</b>	<b>Modelo</b>	<b>Investimento Total (€)</b>
<b>Monocristalino</b>	<b>Suntech 260S-20</b>	5400,81
	<b>Bosch c- Si M 48-200</b>	5856,87
<b>Policristalino</b>	<b>Solar world SW 240</b>	5814,63
	<b>CS6P - 230P</b>	5641,59

Como se pode verificar, o sistema composto por painel Suntech 260S-20 exige um investimento menor em relação aos restantes painéis. Contudo, o sistema composto por este painel pode não ser a melhor opção, visto que a nível energética o sistema composto por BSM c-Si M 48-200 apresentou melhores resultados. Por isso, após a realização da análise financeira decide-se qual o melhor sistema a instalar.

### **6.7.2. ANÁLISE FINANCEIRA DO INVESTIMENTO**

A implementação de sistemas de fotovoltaico apenas poderá ser uma realidade se tal for economicamente viável, pelo que de seguida é apresentado um estudo económico. A análise foi realizada tendo em conta a energia produzida pelo sistema fotovoltaico. Neste caso a receita é o valor total de energia economizada pelo consumidor, que é dado pela multiplicação do valor da tarifa de energia vigente pela quantidade de energia anual produzida.

Para este estudo a tarifa de venda é igual ao preço da compra da energia do consumidor segundo o tarifário aplicável à instalação de consumo pela rede de distribuição de energia elétrica. Assim sendo, tratando-se de um edifício de BTE – (Baixa Tensão Especial) a tarifa sujeita é de 38\$/kWh já com IVA, o que equivale valor aproximado de 0,34 €/kWh, como registado nas faturas de eletricidade do edifício em questão.

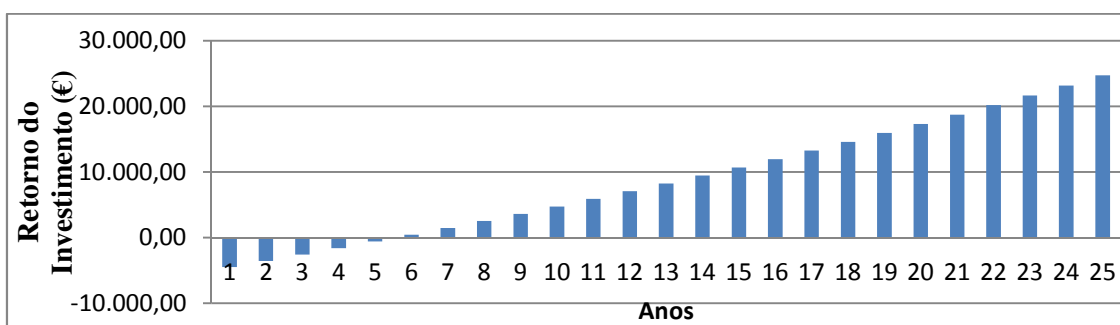
A análise financeira para cada um das tecnologias de painéis em estudo é feita com base nos pressupostos financeiros, PAYBACK, TIR, VAL, tendo em conta:

- Período para o investimento de 25 anos;
- Taxa de atualização de 3%;
- Decréscimo de produção de 0,8% por ano.

Apresenta-se o resumo da análise financeira feita para a implementação de sistema fotovoltaica composto por painel Suntech 260S-20/Wd.

**Tabela 12 - Evolução do proveito acumulado para o sistema composto por painel Suntech 260S-20**

Ano	Suntech 260S-20	Preço (€/kWh)	Cash Flow (€)	Cash Acumulado (€)
0				-5400,81
1	2.706,08	0,34	920,07	-4.480,74
2	2.684,43	0,35	940,09	-3.540,66
3	2.662,95	0,36	960,54	-2.580,11
4	2.641,65	0,37	981,44	-1.598,67
5	2.620,52	0,38	1002,80	-595,87
6	2.599,55	0,39	1024,62	428,75
7	2.578,76	0,41	1046,92	1.475,67
8	2.558,13	0,42	1069,70	2.545,37
9	2.537,66	0,43	1092,97	3.638,34
10	2.517,36	0,44	1116,76	4.755,10
11	2.497,22	0,46	1141,06	5.896,16
12	2.477,24	0,47	1165,89	7.062,05
13	2.457,42	0,48	1191,26	8.253,31
14	2.437,77	0,50	1217,18	9.470,49
15	2.418,26	0,51	1243,67	10.714,15
16	2.398,92	0,53	1270,73	11.984,88
17	2.379,73	0,55	1298,38	13.283,26
18	2.360,69	0,56	1326,63	14.609,89
19	2.341,80	0,58	1355,50	15.965,39
20	2.323,07	0,60	1384,99	17.350,38
21	2.304,48	0,61	1415,13	18.765,51
22	2.286,05	0,63	1445,93	20.211,44
23	2.267,76	0,65	1477,39	21.688,83
24	2.249,62	0,67	1509,54	23.198,37
25	2.231,62	0,69	1542,38	24.740,75



**Gráfico 26 - Retorno do Investimento para o sistema composto por painel Suntech 260S-20/Wd**

Analisando a Tabela 12 e o Gráfico 26 é possível verificar que para um investimento inicial de 5.400,81€, o período de retorno do investimento é de 6 anos, a partir dos quais se começará a obter lucro, sendo que ao final dos 25 anos de vida útil dos módulos fotovoltaicos se irá obter o lucro de 24.740,75€.

Em anexo apresentam-se análises para todas tecnologias de painéis utilizados para o caso de estudo.

Apresenta-se o resumo da análise financeira feita para cada um dos sistemas conforme se verifica na Tabela 13, com os respetivos resultados dos indicadores económicos.

**Tabela 13 - Resumo da Análise financeira**

Tecnologia	Modelo	Investimento Total (€)	PAYBACK(Anos)	TIR	VAL
Monocristalino	Suntech 260S-20	5.400,81	5,87	22%	24.740,75
	Bosch c- Si M 48-200	5.856,87	5,68	21%	25.834,92
Policristalino	Solar world SW 240	5.814,63	6,10	21%	25.402,03
	CS6P - 230P	5.641,59	5,74	23%	26.537,47

Como se pode observar na Tabela 13, os quatros sistemas possuem Payback e TIR diferentes. O sistema composto pelo painel CS6P - 230P, apresentou melhores resultados, apesar de apresentar o período de retorno de investimento de 5,74 anos, onde começa-se a obter lucros, sendo que ao final dos 25 anos de vida útil dos módulos fotovoltaicos o lucro a obter será 26.537,47 € com um TIR de 23%.

Entretanto não é o melhor sistema a nível energético, conforme se pode verificar na tabela 14. O sistema composto por Boch c-Si M 48-200 apresentou melhores resultados energéticos.

**Tabela 14 – Resumo dos resultados obtidos pela ferramenta PVsyst de cada um dos painéis utilizados**

Tecnologia	Modelo dos Painéis	Produção (kWh/ano)	Rendimento do sistema	Número de painéis	Investimento Total (€)
Monocristalino	Suntech 260S-20/Wd	2.727,90	77%	6	5.400,81
	Bosch c- Si M 48-200	2.868,20	79%	8	5.856,87
Polocristalino	Solar world SW 240	2.825,20	74%	7	5.814,63
	CS6P - 230	2.822,90	77%	7	5.641,59

Analisando o investimento inicial de ambos os sistemas, verificou-se que o sistema composto por Boch c-Si M 48-200 apresentou um custo de 5.856,87 €, que é superior em relação aos outros painéis utilizados, influenciado pelo investimento inicial, visto ser necessário maior número de painéis. Entretanto, apresentou o período de retorno do investimento de 5,68 anos, sendo que ao final dos 25 anos de vida útil dos módulos fotovoltaicos o lucro a obter será 25.834,92 € com um TIR de 21%.

Assim conclui-se que dos estudos técnico-económicos relativos a todas as opções consideradas a melhor opção para a implementação do sistema de microgeração fotovoltaica é o sistema composta pelo painel CS6P - 230P.



## 7. Conclusão

Num País extremamente limitado no que respeita a recursos energéticos de origem fóssil, dependendo substancialmente de importações e da volatilidade dos mercados petrolíferos, ficando assim sujeita às constantes variações do preço dos combustíveis, a promoção da eficiência energética e energias renováveis no país revela-se fundamental para contribuir para a política energética sustentável.

Dado que, as mais importantes opções de redução da dependência energética, pode ser conseguida por meio de implementação de política energética, definindo metas, promovendo adequado enquadramento regulamentar e legislativo, desenvolvendo incentivos e programas de certificação que incentivem medidas de eficiência energética e de energias renováveis, a principal conclusão desta dissertação é que o quadro regulatório em Cabo Verde ainda precisa ser aperfeiçoado, para poder aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética do país, tomando como referências de países com planos e programas bem-sucedidos para a elaboração de novos planos e programas de incentivo á eficiência energética em edifícios e energias renováveis, tendo claro, em consideração a situação do País.

Para além de um adequado quadro regulamentar que incentive a eficiência energética e as energias renováveis, acredita-se que a sensibilização de pessoas é fundamental na contribuição para a necessidade de utilização racional de energia elétrica e a utilização de fontes de energia renováveis para a produção de energia elétrica, através de informação, campanhas publicitárias sobre eficiência energética, rotulagem em aparelhos, avisos sobre equipamentos de eficiência energética ou desempenho, educação nas escolas, etc. Consciencializar as pessoas que determinadas medidas de eficiência energética são bastante acessíveis, como por exemplo, apagar a luz quando não estamos numa divisão da casa e através de aplicação de medidas e ações abordadas ao longo desta presente dissertação, salientando sobretudo os benefícios ambientais, com menores impactos e o potencial de redução de custos de energia proporcionada.

Em relação ao caso de estudo, conclui-se que Cabo Verde tem grande potencial de aproveitamento de energia solar. A integração de sistema de microgeração revela-se bastante aliciante, tendo em conta a sua contribuição para suprir a necessidade energética de um edifício, bem como a nível financeiro.

Para além da contribuição na redução da fatura de eletricidade, outro aspeto importante a ressaltar é a sua contribuição à rede elétrica. A implementação de sistema de microgeração fotovoltaica poderá contribuir para a redução da dependência energética, para melhoria da segurança do abastecimento, para a redução do risco de interrupção do fornecimento de energia, visto que há períodos marcado por frequentes apagões e longos cortes no fornecimento de energia às populações nas horas de grande procura.

No entanto, alguns fatores como a incerteza dos custos e proveitos que daí poderão resultar, bem como algumas limitações e imposições legais, a falta de incentivos por parte do governo, falta de mercado de módulos fotovoltaicos e inversores, têm contribuído para que a microgeração seja ainda pouco expressiva no País.

Em suma, à adoção de medidas de eficiência energética nos edifícios e políticas de incentivo ao desenvolvimento de energias renováveis serão um dos caminhos a seguir para ajudar na resolução de muitos problemas energéticos que o país atravessa.

### **7.1. *LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO***

Na realização deste trabalho deparou-se com algumas limitações nomeadamente, a indisponibilidade de alguns dados. Após a realização desta dissertação verifica-se que ainda existe muitas oportunidades de continuação e desenvolvimento deste estudo, sendo apresentado de seguida alguns temas que se julga serem suscetíveis de uma investigação mais elaborada em futuros trabalhos, tais como:

- Implementação de Edifícios de Balanço zero em Cabo Verde;
- Análise de regulamentação, legislação e proposta de implementação de certificação energética em edifícios;
- Gestão Energética dos Edifícios.

## 8. Referências Bibliográficas

[1] Escola Secundária Sebastião e Silva (2013). Available:

<http://www.esec-sebastiao-silva.rcts.pt/clubeMulticultural/cvcaract.htm>

[2] Embaixada de Cabo Verde no Brasil, Mapa (2013). Available:

[http://www.embcv.org.br/portal/modules/mastop\\_publish/?tac=Mapa](http://www.embcv.org.br/portal/modules/mastop_publish/?tac=Mapa)

[3] Costasur, clima de Cabo Verde (2013). Available:

<http://cabo-verde.costasur.com/pt/clima.html>

[4] Relatório à Conferência RIO+20, Conferência de Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Cabo Verde no contexto do Desenvolvimento sustentável (06/2012). Available:

<http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1035capeverde.pdf>

[5] Banco Espírito Santo Research Sectorial – Cabo Verde (10/2011). Available:

<http://www.bes.pt/sitebes/cms.aspx?plg=72d0406b-04ef-459e-a6d7-aa30527a2767>

[6] ELECTRA, Relatório de Contas de ano 2005 á 2012. Available:

<http://www.electra.cv/index.php/Relatorios/View-category.html>

[7] ITALCAM, Tendências de Mecanismos de Mercado para Estimulo as Energias Renováveis e Tecnologias Verdes (2012). Available:

[http://www.italcam.com.br/ita2012/download/evento\\_ernesto\\_cavasin.pdf](http://www.italcam.com.br/ita2012/download/evento_ernesto_cavasin.pdf)

[8] PÚBLICO, Artigo, “Emissões de dióxido de carbono batem novo recorde em 2011”, Autor: Nelson Garrido (13-11-2012). Available:

<http://www.publico.pt/mundo/noticia/emissoes-de-dioxido-de-carbono-batem-novo-recorde-em-2011-1572313>

[9] MINISTÉRIO DO AMBIENTE E AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA GEF/PNUD, Estudos Sectoriais Vulnerabilidade e Adaptação às mudanças climáticas em Cabo Verde, Autor: Manuel Fragoso, (06-2007). Available:

<http://www.terrasystemics.com/ficheiros/VULNERABILIDADEcaboeverdemudancacliclimatica.pdf>

[10] Farias, P. – “CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CONTRIBUTO PARA O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA ALTERAÇÃO DE USO NOS EDIFÍCIOS”, Dissertação no âmbito MECRE, da FCT-UNL, (2010). Available:

[http://run.unl.pt/bitstream/10362/5079/1/Farias\\_2010.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5079/1/Farias_2010.pdf)

[11] Jornal Oficial da União Europeia, DIRETIVA 2012/27/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, (25-10-2012). Available:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:PT:PDF>

[12] ADENE, GUIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, (11-2012). Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/GuiaEE\\_nov2012.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/GuiaEE_nov2012.pdf)

[13] ADENE, Conferência “MAIS ENERGIA, MAIS EFICIÊNCIA”, (22-11-2012). Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/Eventos/Documents/121122Edificios\\_ADENE.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/Eventos/Documents/121122Edificios_ADENE.pdf)

[14] BCSD Portugal, Manual de práticas eco-eficientes para edifícios de serviços (2013). Available:

[http://www.ecoinside.pt/downloads/manual\\_bcsd.pdf](http://www.ecoinside.pt/downloads/manual_bcsd.pdf)

[15] Plano Energético Renovável Cabo Verde - Estudo da Evolução da procura

[16] Eco EDP, Iniciativas Nacionais (2013). Available:

<http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/o-que-e-a-eficiencia-energetica/iniciativas-nacionais>

[17] PELANATUREZA, Eficiência Energética de Edifícios (EEE), (2013). Available:

<http://pelanatureza.pt/construcao-sustentavel/ecoinfo/o-que-e-a-eficiencia-energetica-de-edificios-eee>

[18] EDIFÍCIOS E ENERGIA, O paradigma da eficiência energética dos edifícios, (2013). Available:

<http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/o-paradigma-da-eficiencia-energetica-dos-edificios>

[19] BCSD Portugal, Eficiência Energética em Edifícios - Realidades empresariais e oportunidades, (2013). Available:

<http://pga.pgr.mpf.gov.br/licitacoes-verdes/sustentabilidade-e-compras-publicas/eficiencia%20energetica%20em%20edificios.pdf>

[20] BCSD Portugal, Eficiência Energética - Implementar o desenvolvimento sustentável nas empresas, (2013). Available:

[http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/manual\\_boas\\_praticas\\_EE.pdf](http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/manual_boas_praticas_EE.pdf)

[21] Planetazul, Arquitetura Bioclimática, (16/11/2010). Available:

<http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/desenvArtigo.aspx?c=2322&a=19209&r=37>

[22] Vários Autores, ARQUITECTURA SUSTENTÁVEL EM CABO VERDE, Manual de Boas Práticas, (2013). Available:

<http://www.arktek.co.mz/pdfs/manual-cabo-verde.pdf>

[23] Universidade do Minho Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, “EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS”. Available:

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6258/9/9%20-%20Capitulo4.pdf>

[24] ADENE, Ficha Técnica “Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais”. Available:

[http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/Reabilitacao\\_energetica.pdf](http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/Reabilitacao_energetica.pdf)

[25] EnerBuilding.eu, Energy Efficiency, “ A utilização racional de energia em edifícios públicos”. Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/Actividades/Documents/URE\\_EdP%3%BAAblic\\_enerbuilding.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/Actividades/Documents/URE_EdP%3%BAAblic_enerbuilding.pdf)

[26] Deco Proteste, Comunicado de Imprensa, (2013)

<http://www.deco.proteste.pt/casa/eletricidade-gas/comunicado-de-imprensa/deco-promove-eficiencia-energetica-dos-edificios/descarregar?resourceUri=27F3864665B6457F0200E46E3487DF80134B50C2>

[27] ECO CASA, "ELECTRODOMESTICOS-A EFICIENCIA COMEÇA NA ESCOLHA". Available:

[http://ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=5](http://ecocasa.pt/energia_content.php?id=5)

[28] ERSE-Entidade reguladora dos serviços energéticos, "Dicas para poupar energia Doméstico. Available:

[http://www.erse.pt/consumidor/eficienciaenergetica/comopouparenergia/Documents/Dicas%20para%20poupar%20energia\\_Dom%20C3%A9stico.pdf](http://www.erse.pt/consumidor/eficienciaenergetica/comopouparenergia/Documents/Dicas%20para%20poupar%20energia_Dom%20C3%A9stico.pdf)

[29] EDS. NORTE, "Eficiência Energética no Sector Empresarial". Available:

<http://horacio.no.sapo.pt/Manual%20Eficiencia%20Energetica%20no%20Sector%20Empresarial.pdf>

[30] Jesus Ferreira- "ECONOMIA E GESTÃO DA ENERGIA". Available:

[http://www.jesusferreira-pt.giganet1.yespt.com/ficheiros\\_artigos/economiaegest%20C3%A3odaenergia.pdf](http://www.jesusferreira-pt.giganet1.yespt.com/ficheiros_artigos/economiaegest%20C3%A3odaenergia.pdf)

[31] Europa- Síntese da legislação da EU, "Plano de Ação para a Eficiência Energética (2007 - 2012)". Available:

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/127064\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/127064_pt.htm)

[32] Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, "Diário da República, 1.ª série- N.º 70 -10 de abril de 2013". Available:

<http://dre.pt/pdf1sdip/2013/04/07000/0202202091.pdf>

[33] COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS - LIVRO VERDE sobre a eficiência energética ou "Fazer mais com menos". Available:

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2005/com2005\\_0265pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2005/com2005_0265pt01.pdf)

[34] ADENE, "Eficiência Energética na Administração Pública". Available:

<http://www.adene.pt/pt-pt/NavegacaoDeTopo/EnergiaNoEstado/EcoAP/Paginas/EcoAp.aspx>

[35] Boas Práticas Ambientais Indústria. Available:

[http://portal.iefp.pt/xeobd/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=25003090&att\\_display=n&att\\_download=y](http://portal.iefp.pt/xeobd/attachfileu.jsp?look_parentBoui=25003090&att_display=n&att_download=y)

[37] Apresentação da Iniciativa Pública "Água Quente Solar para Portugal". Available:

<http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/1/>

[38] MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES," Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril" Available:

<http://dre.pt/pdf1sdip/2006/04/067A00/24162468.pdf>

[39] Decreto-Lei n.º 80/2006." In Diário da República - I Série A, N.º 67 - 4 de Abril de 2006. Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Legislacao/Nacional/Documents/Decretolein80\\_2006.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Legislacao/Nacional/Documents/Decretolein80_2006.pdf)

[40] Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios D.L. 80/2006 de 4 de Abril," Perguntas & Respostas sobre o RCCTE". Available:

[http://classeenergetica.com/Regulamento\\_Caracteristicas\\_Comportamento\\_Termico\\_dos\\_Edificios\\_Perguntas\\_Repostas.pdf](http://classeenergetica.com/Regulamento_Caracteristicas_Comportamento_Termico_dos_Edificios_Perguntas_Repostas.pdf)

[41] Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios," Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia D.L. 79/2006 de 4 de Abril". Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PRRSECE\\_Energia\\_20.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PRRSECE_Energia_20.pdf)

[42] CAIXAIAVE, Eficiência Energética," Mais eficiência energética nos edifícios". Available:

[http://www.caixiave.pt/download/Catalogo\\_Eficiencia\\_energetica\\_PT.pdf](http://www.caixiave.pt/download/Catalogo_Eficiencia_energetica_PT.pdf)

[43] MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO" Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril". Available:

<http://dre.pt/pdf1sdip/2006/04/067A00/24112415.PDF>

[44] Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios D.L. 78/2006 de 4 de Abril," Perguntas & Respostas sobre o SCE". Available:

[http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PR\\_SCE\\_Verso\\_12\\_Mar\\_2009.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PR_SCE_Verso_12_Mar_2009.pdf)

[45] CONSELHO DE MINISTROS, «B. O.» DA REPÚBLICA DE CABO VERDE, “Decreto-Lei n.º 1/2011 3 DE JANEIRO”. Available:

[http://www.are.cv/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=290&Itemid=42](http://www.are.cv/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=290&Itemid=42)

[46] Classe energética certificação energética. Available:

<http://www.classe-energetica.com/respostas.htm>

[47] LX CERTIFICADO ENERGETICO. Available:

<http://www.lxcertificadoenergetico.com/certificacao-energetica-informacao/>

[48] GUIA PRÁTICO DO CERTIFICADO ENERGETICO DA HABITAÇÃO. Available: <http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/GuiaCE.pdf>

[49] Smartwatt Positive Energy Solutions, “Certificação Energética - RSECE e RCCTE”. Available: <http://www.smartwatt.pt/?mode=produto&key=1#>

[50] Anete, ETAPAS DA CERTIFICAÇÃO. Available:

<http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Apresentacao/ProcessodaCertificacao/Paginas/Etapasdacertificacao.aspx>

[51] Plataforma casa certificada, “Como se determinam as classes energéticas?”. Available:

<http://www.casacertificada.pt/perguntas/show/59>

[52] Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS, “Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)” Available:

[\[http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Introducao/Documents/SCE\\_Geral3.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Introducao/Documents/SCE_Geral3.pdf)

[53] AUDITORIA ENERGÉTICA “Auditorias Energéticas SGCIE”. Available:

<http://auditoriaenergetica.blog.pt/category/auditoria-energetica-sgcie/>

[54] CMFG - Energia e Ambiente, Lda, “Auditoria energética”. Available:

[http://www.cmfg.pt/Serv/Energ/aud\\_energ\\_f.htm](http://www.cmfg.pt/Serv/Energ/aud_energ_f.htm)

[55] José Autílio Silva, Ribamar Nelson Ferreira, Sérgio Martins Miranda Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, “Auditoria Energética”. Available: <http://pt.scribd.com/doc/45191225/Auditoria-energetica>

[56] Portal Energia - ENERGIAS RENOVAVEIS, ”Etiqueta da Eficiência Energética uma compra Inteligente”. Available:

<http://www.portal-energia.com/etiqueta-da-eficiencia-energetica-uma-compra-inteligente/>

[57] AUDITORIA ENERGÉTICA “Etiquetagem Energética”. Available:

<http://auditoriaenergetica.blog.pt/etiqueta-energetica/#more-43>

[58] AGEFE- Associação Empresarial dos Sectores Eléctrico, Electrodoméstico, Fotográfico e Electrónico, NOVA ETIQUETA ENERGETICO DA EU,” Objetivo da Etiqueta”. Available:

<http://www.newenergylabel.com/pt/objectivo>

[59] AGEFE- Associação Empresarial dos Sectores Eléctrico, Electrodoméstico, Fotográfico e Electrónico, “NOVA ETIQUETA ENERGETICA”. Available:

[http://www.agefe.pt/downloads/file25\\_pt.pdf](http://www.agefe.pt/downloads/file25_pt.pdf)

[60] AGETE- Associação Empresarial dos Sectores Eléctrico, Electrodoméstico, Fotográfico e Electrónico, NOVA ETIQUETA ENERGETICO DA EU,” Enquadramento”. Available:

<http://www.newenergylabel.com/pt/enquadramento>

[61] Portal das Energias Renováveis, AIE, ”Energia renovável será a segunda fonte de energia em 2016”. Available:

[http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheNoticias.asp?ID\\_conteudo=778&ID\\_area=23](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheNoticias.asp?ID_conteudo=778&ID_area=23)

[62] Universidade Évora, CENTRO DE COMPETÊNCIA TIC, "Energias Renováveis". Available:

<http://www.minerva.uevora.pt/odimeteosol/energias.htm#2>. O que são as Energias Renováveis

[63] REN21- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, "RENEWABLES 2013 GLOBAL STATUS REPORT". Available:

[http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013\\_lowres.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf)

[64] ENERGIAS RENOVÁVEIS, "Formas de Energia Renovável". Available:

<http://energiaserenovaveis.blogspot.pt/2011/06/formas-de-energia-renovavel.html>

[65] VECTOR SOLAR-Soluções Turnkey Para Geração FV, "Situação no Mundo". Available:

<http://www.vectorsolar.com.br/energia-fotovoltaica/situacao-no-mundo/>

[66] CONSELHO DE MINISTROS - Resolução nº 7/2012 de 3 de Fevereiro. Available:

[http://www.redeimpactos.org/upload/Resolucao%20n%207\\_2012.pdf](http://www.redeimpactos.org/upload/Resolucao%20n%207_2012.pdf)

[67] SPAES - solar Products Energy Solutions, "Solar Térmico". Available:

<http://www.spaes.com.pt/pt/termodinamico>

[68] Portal das Energias Renováveis, Solar, "Tecnologias:Colectores Solares Térmicos". Available:

[http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID\\_conteudo=41&ID\\_area=8&ID\\_sub\\_area=26](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=41&ID_area=8&ID_sub_area=26)

[69] DERN-DOMÓTICA E ENERGIAS RENOVAVEIS. Available:

<http://www.dern.pt/index.php?pg=21>

[70] ECO CASA, RENOVÁVEIS, "TECNOLOGIAS". Available:

[http://ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=15](http://ecocasa.pt/energia_content.php?id=15)

[71] HEMERAENERGY, “Soluções desenvolvidas”. Available:

<http://www.hemeraenergy.com/#solucoes-desenvolvidas/4/0>

[72] HEMERAENERGY, “Soluções desenvolvidas”. Available:

<http://www.hemeraenergy.com/#solucoes-desenvolvidas/4/1>

[73] Rui M.G. Castro, Energias Renováveis e Produção Descentralizada,” INTRODUÇÃO À ENERGIA FOTOVOLTAICA”. Available:

[https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/171209/1/Fotovoltaiico\\_ed2p2.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/171209/1/Fotovoltaiico_ed2p2.pdf)

[74] Manual sobre tecnologias, projectos e instalação,” Energia Fotovoltaica” Available:

<http://www.portal-energia.com/downloads/guia-tecnico-manual-energia-fotovoltaiica.pdf>


[75] PVSYST: Software for photovoltaic systems. (22/11/2011). Available:

<http://www.pvsyst.com/>



# 9. Anexos

## 9.1. FATURA DE ELETRICIDADE



**ELECTRA SUL, SA**  
Titular do Contrato / Local de Consumo : 147201-102

**FACTURA/RECIBO**  
2ª Via  
Solicitamos o pagamento desta factura até à data limite abaixo indicada:  
Estamos à sua disposição de 2ª a 6ª das 8 às 16:15 horas  
ou através do telefone 80 34 62.  
Em caso de emergência ou avaria ligue para 08001133

**PALMAREJO**  
**7200 PRAIA**

Número de Contribuinte :  
Número de Cliente / Conta : 165506-001

Página 1 de 1


Unidade Comercial : PRAIA - NIF:264115120		Número de Factura : 070130701123241	
Tipo de Cliente : Domésticos		Período de Facturação: 2013-06-22 a 2013-07-23	
Tarifa : Baixa Tensão Normal (BTN)		Tipo de Leitura : Empresa	

Tipo de Consumo	Contador Nº	Leitura Anterior	Leitura Actual	Factor de Multiplicação	Consumo Anterior	Consumo Actual
Activa	14929180	2013-06-21	2013-07-23	1,00000	0,0	245,0 kWh
Descrição	Explicação de Valores			Facturado	Valor Unitário	Valor IVA
Electricidade (> 60)	233*(32d*12/365d)			245,00	36,800000	9,038,00 4
Aluquer	105,00 × 1,0 Meses			1,00	105,000000	105,00 4
↳ RTC	496,00 × 1,0 Meses			1,00	496,000000	496,00 0
Instituição IP	245,0*(32d*12/365d)			245,00	1,130000	277,00 4
↳ IVA 15%	9420,00*15,00/100					1,413,00
↳ IVA 0%	496,00*0,00/100					0,00
<b>Total (Escudos) :</b>						<b>11.329,00</b>

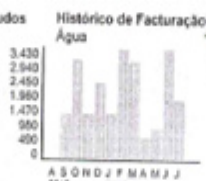
Unidade Comercial : PRAIA - NIF:264115120		Número de Factura : 070130701124340	
Tipo de Cliente : Domésticos		Período de Facturação: 2013-06-22 a 2013-07-23	
Tarifa : Tarifa Água Doméstica		Tipo de Leitura : Empresa	

Tipo de Consumo	Contador Nº	Leitura Anterior	Leitura Actual	Factor de Multiplicação	Consumo Anterior	Consumo Actual
Água	89477	2013-06-21	2013-07-23	1,00000	0,0	6,0 M3
Descrição	Explicação de Valores			Facturado	Valor Unitário	Valor IVA
Água 10 - 6l	6*(32d*12/365d)			6,00	253,720000	1,522,00 4
Aluquer contador	75,00 × 1,0 Meses			1,00	75,000000	75,00 4
↳ IVA 15%	1597,00*15,00/100					240,00
<b>Total (Escudos) :</b>						<b>1.837,00</b>

**Escudos** Histórico de Facturação  
Elect. Baixa Tensão



**Escudos** Histórico de Facturação  
Água



Leituras Comunicadas

Comunicação de leituras. Período ideal 13/08 a 19/08.  
Código Local Consumo 147201102. Telet. 800 30 45

000000

\*Gasto médio diário em Escudos (363 dias) : 400,3l Gasto médio diário em Escudos (354 dias) : 64,45

**Mensagens**  
O não Pagamento no Prazo de 30 dias, implica corte (Lei 21/VIII/2012 de 13/Dez)

N.º Doc. Pagamento

Data de Emissão

Data Limite Pagamento

Total a Pagar

PROCESSADO POR COMPUTADOR. CONSERVE ESTE DOCUMENTO.

Anexo1- Fatura de electricidade mês de Junho



**FACTURA/RECIBO**

Estimado Cliente:  
Solicitamos o pagamento desta factura até à data limite abaixo indicada.  
Estamos à sua disposição de 2ª a 6ª das 8 às 16:15 horas  
ou através do telefone 60 34 62.  
Em caso de emergência ou avaria ligue para 08001133

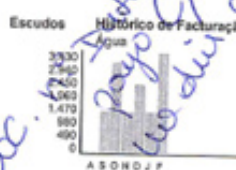
Titular do Contrato / Local de Consumo: 147201-102

PALMAREJO  
7200 PRAIA

Número de Contribuinte :				Página 1 de 1			
Número de Cliente / Conta :		16598-001		Número de Factura : 070130201126382			
Unidade Comercial :		UC PRAIA		Período de Facturação: 2013-01-24 a 2013-02-21			
Tipo de Cliente :		Domésticos		Tipo de Leitura : Empresa			
Tarifa :		Baixa Tensão Normal (BTN)					
Tipo de Consumo		Contador Nº	Leitura Anterior	Leitura Actual	Factor de Multiplicação	Consumo Anterior	Consumo Actual
Activa		1402980	2013-01-23	2013-02-21			
Descrição		Explicação de Valores		Facturado	Valor Unitário	Valor IVA	
Electricidade [ > 60]		539*(29d*12/365d)		323,00	36,890000	11,915,00	4
Aluguer		105,00 * 1,0 Meses		1,00	105,000000	105,00	4
Taxa RTC		496,00 * 1,0 Meses		1,00	496,000000	496,00	0
Contribuição IP		323-0*(29d*12/365d)		323,00	1,130000	365,00	4
IVA 15%		12385,00*15,00/100				1,858,00	
IVA 0%		496,00*0,00/100				0,00	
				<b>Total (Escudos) :</b>		14.739,00	

Unidade Comercial :		UC PRAIA		Número de Factura : 070130201127809	
Tipo de Cliente :		Domésticos		Período de Facturação: 2013-01-24 a 2013-02-21	
Tarifa :		Tarifa Água Doméstica		Tipo de Leitura : Empresa	

Tipo de Consumo		Contador Nº	Leitura Anterior	Leitura Actual	Factor de Multiplicação	Consumo Anterior	Consumo Actual
Água		89477	2013-01-23	2013-02-21			
Descrição		Explicação de Valores		Facturado	Valor Unitário	Valor IVA	
Água [8 - 10]		8*(29d*12/365d)		8,00	359,980000	2,880,00	4
Aluguer contador		75,00 * 1,0 Meses		1,00	75,000000	75,00	4
IVA 15%		2955,00*15,00/100				443,00	
				<b>Total (Escudos) :</b>		3.398,00	



Leituras Comunicadas  
Comunicação de leituras. Período ideal 1403 a 20/03.  
Código Local Consumo 147201102. Telef. 800 30 45

000000 R

Gasto médio diário em Escudos (336 dias) : 381,4; Gasto médio diário em Escudos (292 dias) : 64,19

**Mensagens**

O não Pagamento no Prazo de 30 dias, implica corte (Lei 21/VIII/2012 de 19/Dez)

N.º Doc. Pagamento    Data de Emissão    Data Limite

Anexo 2 - Fatura de electricidade mês de Janeiro

## 9.2. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PVSYST

### Painel Suntech 260S-20/Wd

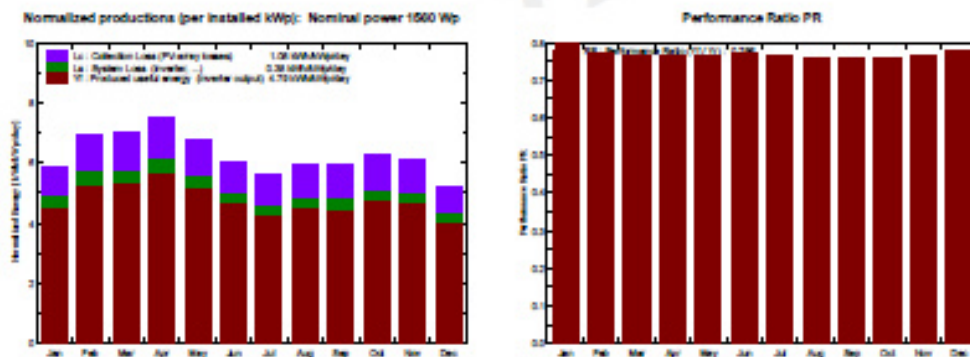
PVSYST V6.12		24/10/13	Page 1/3
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>			
<b>Project :</b>	Grid-Connected Project at Prala		
<b>Geographical Site</b>	Prala	<b>Country</b>	Cape Verde
<b>Situation</b>	Latitude 14.9°N	<b>Longitude</b>	23.5°W
<b>Time defined as</b>	Legal Time	Time zone	UT-1
	Albedo 0.20	<b>Altitude</b>	28 m
<b>Meteo data:</b>	Prala	Synthetic - Meteorom 6.1	
<b>Simulation variant :</b>	simula suntech 260		
	<b>Simulation date</b>	24/10/13 18h24	
<b>Simulation parameters</b>			
<b>Collector Plane Orientation</b>	<b>Tilt</b>	15°	<b>Azimuth</b> 0°
<b>Models used</b>	<b>Transposition</b>	Perez	<b>Diffuse</b> Measured
<b>Horizon</b>	Free Horizon		
<b>Near Shadings</b>	No Shadings		
<b>PV Array Characteristics</b>			
<b>PV module</b>	SI-mono	<b>Model</b>	STP 260S-20/Wd
		<b>Manufacturer</b>	Suntech
<b>Number of PV modules</b>		<b>In series</b>	6 modules
<b>Total number of PV modules</b>		<b>Nb. modules</b>	6
		<b>Unit Nom. Power</b>	260 Wp
<b>Array global power</b>		<b>Nominal (STC)</b>	1560 Wp
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>		<b>U mpp</b>	165 V
<b>Total area</b>		<b>Module area</b>	9.8 m²
		<b>Cell area</b>	8.5 m²
		<b>In parallel</b>	1 strings
		<b>At operating cond.</b>	1366 Wp (50°C)
		<b>1 mpp</b>	8.4 A
		<b>Cell area</b>	8.5 m²
<b>Inverter</b>			
		<b>Model</b>	Sunny Boy SWR 1700 (2005)
		<b>Manufacturer</b>	SMA
<b>Characteristics</b>	<b>Operating Voltage</b>	139-400 V	<b>Unit Nom. Power</b> 1.55 kW AC
<b>PV Array loss factors</b>			
<b>Thermal Loss factor</b>	<b>Uc (const)</b>	20.0 W/m²K	<b>Uv (wnd)</b> 0.0 W/m²K / m/s
<b>Wiring Ohmic Loss</b>	<b>Global array res.</b>	336 mOhm	<b>Loss Fraction</b> 1.5 % at STC
<b>Module Quality Loss</b>			<b>Loss Fraction</b> -1.3 %
<b>Module Mismatch Losses</b>			<b>Loss Fraction</b> 1.0 % at MPP
<b>Incidence effect, ASHRAE parametrization</b>	<b>IAM =</b>	1 - bo (1/cos I - 1)	<b>bo Param.</b> 0.05
<b>User's needs :</b>	Unlimited load (grid)		

### Grid-Connected System: Main results

**Project :** Grid-Connected Project at Prala  
**Simulation variant :** simula suntech 260

<b>Main system parameters</b>	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth	0°
PV modules	Model	STP 260S-20/Wd	Pnom	260 Wp
PV Array	Nb. of modules	6	Pnom total	1560 Wp
Inverter	Model	Sunny Boy SWR 1700 (2005)	nom	1550 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

<b>Main simulation results</b>	Produced Energy	2728 kWh/year	Specific prod.	1749 kWh/kWp/year
System Production	Performance Ratio PR	76.6 %		



simula suntech 260  
**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	158.2	21.95	181.3	176.1	238.2	220.7	13.45	12.47
February	172.7	21.70	193.5	188.6	251.0	232.5	13.29	12.31
March	206.1	22.12	216.4	210.7	279.7	259.1	13.24	12.28
April	227.5	22.42	224.5	218.7	288.1	266.7	13.15	12.17
May	223.9	23.09	210.9	204.5	272.9	252.3	13.25	12.25
June	195.8	24.28	181.8	175.7	236.5	218.6	13.33	12.31
July	184.5	25.36	173.5	167.6	224.7	207.4	13.27	12.24
August	189.7	26.55	184.1	176.1	235.6	217.9	13.11	12.13
September	173.5	27.10	177.4	171.8	226.2	209.7	13.06	12.11
October	179.3	26.49	194.7	189.3	248.0	229.9	13.05	12.10
November	159.1	25.09	183.3	176.2	235.6	218.4	13.17	12.21
December	138.4	23.35	160.6	155.7	210.6	194.8	13.43	12.42
<b>Year</b>	<b>2206.9</b>	<b>24.14</b>	<b>2262.2</b>	<b>2215.1</b>	<b>2947.1</b>	<b>2727.9</b>	<b>13.23</b>	<b>12.25</b>

Legend:	GlobHor	Horizontal global irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	EffArrR	Effic. Eout array / rough area
	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EffSysR	Effic. Eout system / rough area

## Painel Bosch c- Si M 48-200

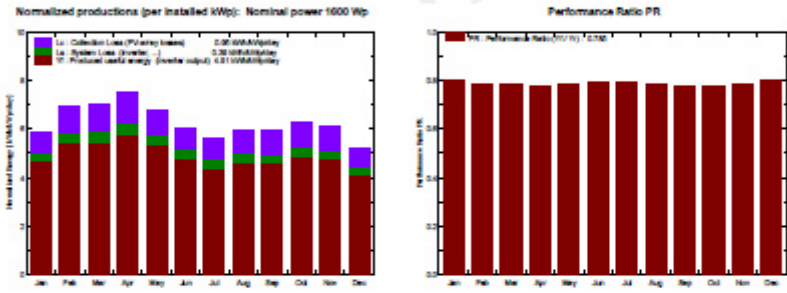
PVSYST V6.12				24/10/13	Page 1/3
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>					
<b>Project :</b> Grid-Connected Project at Prala					
<b>Geographical Site</b>		Prala		<b>Country</b>	Cape Verde
<b>Situation</b>		<b>Latitude</b>	14.9°N	<b>Longitude</b>	23.5°W
<b>Time defined as</b>		<b>Legal Time</b>	Time zone UT-1	<b>Altitude</b>	28 m
<b>Albedo</b>		0.20			
<b>Meteo data:</b>		Prala Synthetic - Meteorom 6.1			
<b>Simulation variant :</b> simulação boch200					
		<b>Simulation date</b>	24/10/13 17h57		
<b>Simulation parameters</b>					
<b>Collector Plane Orientation</b>		<b>Tilt</b>	15°	<b>Azimuth</b>	0°
<b>Models used</b>		<b>Transposition</b>	Perez	<b>Diffuse</b>	Measured
<b>Horizon</b>		Free Horizon			
<b>Near Shadings</b>		No Shadings			
<b>PV Array Characteristics</b>					
<b>PV module</b>		SI-mono	<b>Model</b> BSM c- Si M 48 EU40123_V1_200Wp		
		<b>Manufacturer</b>	Bosch Solar Energy AG		
<b>Number of PV modules</b>		<b>In series</b>	8 modules	<b>In parallel</b>	1 strings
<b>Total number of PV modules</b>		<b>Nb. modules</b>	8	<b>Unit Nom. Power</b>	200 Wp
<b>Array global power</b>		<b>Nominal (STC)</b>	1600 Wp	<b>At operating cond.</b>	1435 Wp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>		<b>U mpp</b>	171 V	<b>I mpp</b>	8.4 A
<b>Total area</b>		<b>Module area</b>	10.6 m²	<b>Cell area</b>	9.3 m²
<b>Inverter</b>					
		<b>Model</b>	Sunny Boy SWR 1700 (2005)		
		<b>Manufacturer</b>	SMA		
<b>Characteristics</b>		<b>Operating Voltage</b>	139-400 V	<b>Unit Nom. Power</b>	1.55 kW AC
<b>PV Array loss factors</b>					
<b>Thermal Loss factor</b>		<b>Uc (const)</b>	20.0 W/m²K	<b>Uv (wind)</b>	0.0 W/m²K / m/s
<b>Wiring Ohmic Loss</b>		<b>Global array res.</b>	343 mOhm	<b>Loss Fraction</b>	1.5 % at STC
<b>Module Quality Loss</b>				<b>Loss Fraction</b>	-0.6 %
<b>Module Mismatch Losses</b>				<b>Loss Fraction</b>	1.0 % at MPP
<b>Incidence effect, ASHRAE parametrization</b>		<b>IAM =</b>	1 - bo (1/cos I - 1)	<b>bo Param.</b>	0.05
<b>User's needs :</b>		Unlimited load (grid)			

**Grid-Connected System: Main results**

**Project :** Grid-Connected Project at Prala  
**Simulation variant :** simulação boch200

<b>Main system parameters</b>	<b>System type</b>	Grid-Connected
PV Field Orientation	tilt	15° azimuth 0°
PV modules	Model	BSM c- Si M 48 EU40123_VRn000Vp00 Wp
PV Array	Nb. of modules	8 Pnom total 1600 Wp
Inverter	Model	Sunny Boy SWR 1700 (2005)nom 1550 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

<b>Main simulation results</b>	<b>Produced Energy</b>	2868 kWh/year	<b>Specific prod.</b>	1793 kWh/kWp/year
<b>System Production</b>	<b>Performance Ratio PR</b>	78.5 %		



simulação boch200  
**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	156.2	21.95	181.3	176.1	250.4	232.1	12.99	12.04
February	172.7	21.70	193.5	188.6	262.6	243.3	12.77	11.83
March	206.1	22.12	216.4	210.7	292.9	271.3	12.73	11.79
April	227.5	22.42	224.5	218.7	301.2	278.7	12.62	11.68
May	223.9	23.09	210.9	204.5	288.5	264.9	12.78	11.81
June	195.8	24.28	181.8	175.7	249.5	230.7	12.91	11.94
July	184.5	25.36	173.5	167.6	237.5	219.3	12.87	11.89
August	189.7	26.55	184.1	178.1	248.5	229.9	12.70	11.75
September	173.5	27.10	177.4	171.8	238.4	221.0	12.84	11.72
October	179.3	26.49	194.7	189.3	260.6	241.7	12.59	11.68
November	159.1	25.09	183.3	178.2	247.8	229.7	12.72	11.79
December	138.4	23.35	160.6	155.7	222.2	205.6	13.01	12.04
<b>Year</b>	<b>2208.9</b>	<b>24.14</b>	<b>2282.2</b>	<b>2215.1</b>	<b>3098.1</b>	<b>2868.2</b>	<b>12.77</b>	<b>11.82</b>

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation EArray Effective energy at the output of the array  
 T Amb Ambient Temperature E\_Grid Energy injected into grid  
 GlobInc Global incident in coll. plane EffArrR Effic. Eout array / rough area  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings EffSysR Effic. Eout system / rough area

## Painel Solar world SW 240 Poly

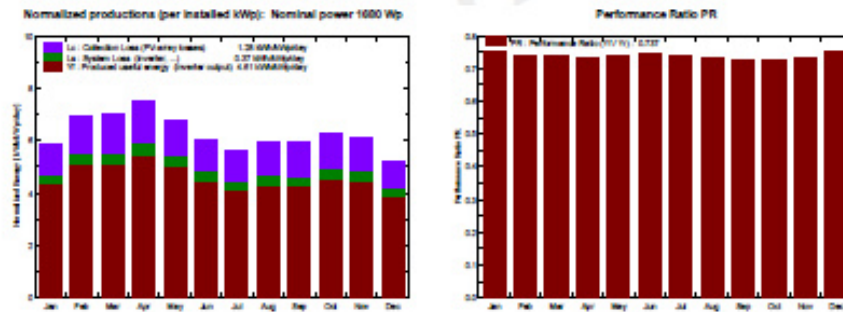
PVSYST V6.12		24/10/13		Page 1/3	
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>					
<b>Project :</b> Grid-Connected Project at Prala					
<b>Geographical Site</b>		<b>Prala</b>		<b>Country</b> Cape Verde	
<b>Situation</b>		Latitude 14.9°N		Longitude 23.5°W	
Time defined as		Legal Time Time zone UT-1		Altitude 28 m	
<b>Meteo data:</b>		Prala		Synthetic - Meteonorm 6.1	
<b>Simulation variant :</b> solar world 250 poll					
		Simulation date 24/10/13 18h02			
<b>Simulation parameters</b>					
<b>Collector Plane Orientation</b>		Tilt 15°		Azimuth 0°	
<b>Models used</b>		Transposition Perez		Diffuse Measured	
<b>Horizon</b>		Free Horizon			
<b>Near Shadings</b>		No Shadings			
<b>PV Array Characteristics</b>					
<b>PV module</b>		Si-poly Model SW 240 Poly			
		Manufacturer SolarWorld			
Number of PV modules		In series 7 modules		In parallel 1 strings	
Total number of PV modules		Nb. modules 7		Unit Nom. Power 240 Wp	
Array global power		Nominal (STC) 1680 Wp		At operating cond. 1478 Wp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)		U mpp 188 V		I mpp 7.9 A	
Total area		Module area 11.7 m²			
<b>Inverter</b>					
		Model Sunny Boy SWR 1700 (2005)			
		Manufacturer SMA			
<b>Characteristics</b>		Operating Voltage 139-400 V		Unit Nom. Power 1.55 kW AC	
<b>PV Array loss factors</b>					
Thermal Loss factor		Uc (const) 20.0 W/m²K		Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s	
Wiring Ohmic Loss		Global array res. 405 mOhm		Loss Fraction 1.5 % at STC	
Module Quality Loss				Loss Fraction 1.5 %	
Module Mismatch Losses				Loss Fraction 1.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM = 1 - bo (1/cos I - 1)		bo Param. 0.05	
<b>User's needs :</b>		Unlimited load (grid)			

### Grid-Connected System: Main results

**Project :** Grid-Connected Project at Prala  
**Simulation variant :** solar wordl 250 poll

<b>Main system parameters</b>	<b>System type</b>	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth 0°
PV modules	Model	SW 240 Poly	Pnom 240 Wp
PV Array	Nb. of modules	7	Pnom total 1680 Wp
Inverter	Model	Sunny Boy SWR 1700 (2005)	Pnom 1550 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

<b>Main simulation results</b>	<b>Produced Energy</b>	2825 kWh/year	<b>Specific prod.</b>	1682 kWh/kWp/year
<b>System Production</b>	<b>Performance Ratio PR</b>	73.7 %		



**solar wordl 250 poll**  
**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	156.2	21.95	181.3	178.1	247.0	228.9	11.61	10.75
February	172.7	21.70	193.5	188.6	259.8	240.5	11.43	10.59
March	206.1	22.12	216.4	210.7	289.3	268.0	11.39	10.55
April	227.5	22.42	224.5	218.7	297.7	275.5	11.30	10.46
May	223.9	23.09	210.9	204.5	282.5	261.2	11.41	10.55
June	195.8	24.28	181.8	175.7	245.3	226.8	11.50	10.83
July	184.5	25.36	173.5	167.6	233.1	215.3	11.45	10.57
August	189.7	26.55	184.1	178.1	244.0	225.8	11.29	10.45
September	173.5	27.10	177.4	171.8	234.2	217.1	11.25	10.42
October	179.3	26.49	194.7	189.3	256.4	237.8	11.22	10.40
November	159.1	25.09	183.3	178.2	243.9	226.1	11.34	10.51
December	136.4	23.35	160.6	155.7	218.6	202.3	11.59	10.73
<b>Year</b>	<b>2206.9</b>	<b>24.14</b>	<b>2282.2</b>	<b>2215.1</b>	<b>3051.8</b>	<b>2825.2</b>	<b>11.39</b>	<b>10.55</b>

**Legends:** GlobHor Horizontal global irradiation      EArray Effective energy at the output of the array  
 T Amb Ambient Temperature      E\_Grid Energy injected into grid  
 GlobInc Global incident in coll. plane      EffArrR Effic. Eout array / rough area  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings      EffSysR Effic. Eout system / rough area

# Painel BSM c- Si P 60 -235

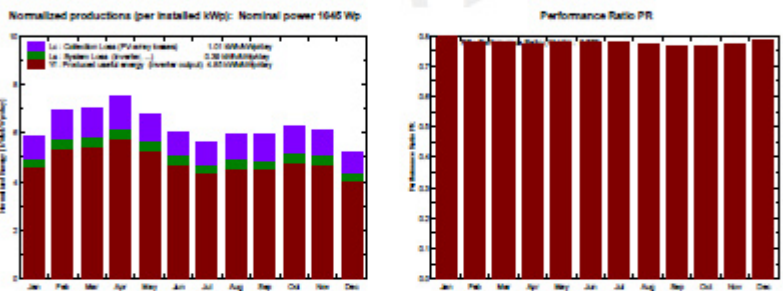
PVSYST V6.12		25/10/13	Page 1/3		
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>					
<b>Project :</b> Grid-Connected Project at Prala					
<b>Geographical Site</b>	Prala	Country	Cape Verde		
<b>Situation</b>	Latitude	14.9°N	Longitude	23.5°W	
Time defined as	Legal Time	Time zone UT-1	Altitude	28 m	
<b>Meteo data:</b>	Albedo	0.20			
	Prala	Synthetic - Meteorom 6.1			
<b>Simulation variant :</b> boch poll					
	Simulation date	25/10/13 17h08			
<b>Simulation parameters</b>					
<b>Collector Plane Orientation</b>	Tilt	15°	Azimuth	0°	
<b>Models used</b>	Transposition	Perez	Diffuse	Measured	
<b>Horizon</b>	Free Horizon				
<b>Near Shadings</b>	No Shadings				
<b>PV Array Characteristics</b>					
<b>PV module</b>	Si-poly	Model	BSM c- Si P 60 EU30123_V1_235 Wp		
		Manufacturer	Bosch Solar Energy AG		
<b>Number of PV modules</b>		In series	7 modules	In parallel	1 strings
<b>Total number of PV modules</b>		Nb. modules	7	Unit Nom. Power	235 Wp
<b>Array global power</b>		Nominal (STC)	1645 Wp	At operating cond.	1482 Wp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>		U mpp	187 V	I mpp	7.9 A
<b>Total area</b>		Module area	11.5 m²	Cell area	10.2 m²
<b>Inverter</b>					
		Model	Sunny Boy SWR 1700 (2005)		
		Manufacturer	SMA		
<b>Characteristics</b>		Operating Voltage	139-400 V	Unit Nom. Power	1.55 kW AC
<b>PV Array loss factors</b>					
<b>Thermal Loss factor</b>	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wnd)	0.0 W/m²K / m/s	
<b>Wiring Ohmic Loss</b>	Global array res.	397 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
<b>Module Quality Loss</b>			Loss Fraction	-0.8 %	
<b>Module Mismatch Losses</b>			Loss Fraction	1.0 % at MPP	
<b>Incidence effect, ASHRAE parametrization</b>	IAM =	1 - bo (1/cos   - 1)	bo Param.	0.05	
<b>User's needs :</b>	Unlimited load (grid)				

### Grid-Connected System: Main results

**Project :** Grid-Connected Project at Prata  
**Simulation variant :** boch poll

<b>Main system parameters</b>		<b>System type</b>	<b>Grid-Connected</b>		
PV Field Orientation		tilt	15°	azimuth	0°
PV modules		Model	BSM c- SI P 60 EU30123_VPr205 V085 Wp		
PV Array		Nb. of modules	7	Prism total	1645 Wp
Inverter		Model	Sunny Boy SWR 1700 (2009)nom: 1550 W ac		
User's needs		Unlimited load (grid)			

<b>Main simulation results</b>	<b>Produced Energy</b>	<b>2912 kWh/year</b>	<b>Specific prod.</b>	<b>1770 kWh/kWp/year</b>
System Production	Performance Ratio PR	77.6 %		



**boch poll**  
**Balancee and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	ERAnR %	ERSysR %
January	156.2	21.95	181.3	176.1	254.2	235.5	12.19	11.29
February	172.7	21.70	193.5	188.6	267.6	247.9	12.02	11.14
March	206.1	22.12	216.4	210.7	298.4	276.3	11.98	11.10
April	227.5	22.42	224.5	218.7	307.2	284.2	11.90	11.01
May	223.9	23.00	210.9	204.5	291.2	269.2	12.00	11.09
June	195.8	24.28	181.8	175.7	252.6	233.5	12.08	11.16
July	184.5	25.36	173.5	167.6	240.1	221.7	12.03	11.11
August	189.7	26.55	184.1	178.1	251.8	232.9	11.89	11.00
September	173.5	27.10	177.4	171.8	241.7	224.1	11.84	10.98
October	179.3	26.40	194.7	189.3	264.8	245.5	11.82	10.96
November	159.1	25.09	183.3	178.2	251.6	233.3	11.94	11.06
December	136.4	23.35	160.6	155.7	224.9	206.1	12.17	11.26
<b>Year</b>	<b>2206.9</b>	<b>24.14</b>	<b>2282.2</b>	<b>2215.1</b>	<b>3146.3</b>	<b>2912.3</b>	<b>11.98</b>	<b>11.09</b>

**Legends:** GlobHor Horizontal global irradiation      EArray Effective energy at the output of the array  
 T Amb Ambient Temperature      E\_Grid Energy injected into grid  
 GlobInc Global incident in coll. plane      ERAnR Effic. Eout array / rough area  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings      ERSysR Effic. Eout system / rough area

### 9.3. ORÇAMENTAÇÃO DO PROJETO

Tabela I – orçamentação do sistema composto pelo painel Bosch c- Si M 48-200

Componente	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total (€)
Bosch c- Si M 48-200	8	199,53	1.596,24
SMA-1700	1	909,63	909,63
Contador Bidirecional	1	691	691,00
Estrutura de suporte	1	1110	1.110,00
Caixa com protecções AC	1	200,00	200,00
Caixa com fusíveis DC	1	150,00	150,00
Instalação	–	–	1.200,00
<b>Total (€)</b>			<b>5.856,87</b>

Tabela II - orçamentação do sistema composto pelo painel Solar world SW 240

Componente	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total (€)
Solar world SW 240 Poly	7	222	1.554,00
SMA-1700	1	909,63	909,63
Contador Bidirecional	1	691	691,00
Estrutura de suporte	1	1110	1.110,00
Caixa com protecções AC	1	–	200,00
Caixa com fusíveis DC	1	–	150,00
Instalação	–	–	1.200,00
<b>Total (€)</b>			<b>5.814,63</b>

Tabela III - orçamentação do sistema composto pelo painel

Componente	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total (€)
CS6P - 230P	7	197,28	1.380,96
SMA-1700	1	909,63	909,63
Contador Bidirecional	1	691	691,00
Estrutura de suporte	1	1110	1.110,00
Caixa com protecções AC	1	–	200,00
Caixa com fusíveis DC	1	–	150,00
Instalação	–	–	1.200,00
<b>Total (€)</b>			<b>5.641,59</b>

## 9.4. ANÁLISE FINANCEIRA

Tabela IV - Evolução do proveito acumulado para o sistema composto por painel Bosch c- Si M 48-200

Ano	Bosch c- Si M 48-200	Preço	Cash Flow (€)	Cash Acumulado
0			975,19	-5856,9
1	2.845,25	0,34	967,39	-4.889,48
2	2.822,49	0,35	988,44	-3.901,05
3	2.799,91	0,36	1.009,95	-2.891,10
4	2.777,51	0,37	1.031,92	-1.859,18
5	2.755,29	0,38	1.054,38	-804,80
6	2.733,25	0,39	1.077,32	272,52
7	2.711,38	0,41	1.100,76	1.373,28
8	2.689,69	0,42	1.124,71	2.497,99
9	2.668,18	0,43	1.149,19	3.647,18
10	2.646,83	0,44	1.174,19	4.821,38
11	2.625,66	0,46	1.199,75	6.021,12
12	2.604,65	0,47	1.225,85	7.246,97
13	2.583,81	0,48	1.252,53	8.499,50
14	2.563,14	0,50	1.279,78	9.779,28
15	2.542,64	0,51	1.307,63	11.086,91
16	2.522,30	0,53	1.336,08	12.422,99
17	2.502,12	0,55	1.365,16	13.788,15
18	2.482,10	0,56	1.394,86	15.183,01
19	2.462,24	0,58	1.425,21	16.608,22
20	2.442,55	0,60	1.456,23	18.064,45
21	2.423,01	0,61	1.487,91	19.552,37
22	2.403,62	0,63	1.520,29	21.072,66
23	2.384,39	0,65	1.553,37	22.626,03
24	2.365,32	0,67	1.587,17	24.213,20
25	2.346,40	0,69	1.621,71	25.834,92

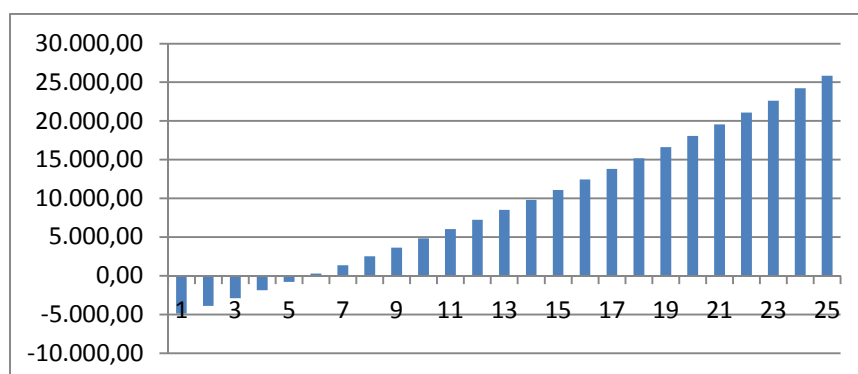


Gráfico I - Retorno do Investimento para o sistema composto por painel

Tabela V - Evolução do proveito acumulado para o sistema composto por painel Solar world SW 240

Ano	Solar world SW 240	Preço	Cash Flow (€)	Cash Acumulado
0				-5814,63
1	2802,5984	0,34	952,883	-4861,7465
2	2780,17761	0,3502	973,618	-3888,1283
3	2757,93619	0,36071	994,804	-2893,3242
4	2735,8727	0,37153	1016,45	-1876,8731
5	2713,98572	0,38267	1038,57	-838,3041
6	2692,27383	0,39415	1061,17	222,864211
7	2670,73564	0,40598	1084,26	1307,12354
8	2649,36976	0,41816	1107,85	2414,97635
9	2628,1748	0,4307	1131,96	3546,93604
10	2607,1494	0,44362	1156,59	4703,52718
11	2586,29221	0,45693	1181,76	5885,28573
12	2565,60187	0,47064	1207,47	7092,75936
13	2545,07705	0,48476	1233,75	8326,5076
14	2524,71644	0,4993	1260,59	9587,10221
15	2504,51871	0,51428	1288,03	10875,1274
16	2484,48256	0,52971	1316,05	12191,1799
17	2464,6067	0,5456	1344,69	13535,8698
18	2444,88984	0,56197	1373,95	14909,8202
19	2425,33072	0,57883	1403,85	16313,6676
20	2405,92808	0,59619	1434,4	17748,0629
21	2386,68065	0,61408	1465,61	19213,6705
22	2367,58721	0,6325	1497,5	20711,1698
23	2348,64651	0,65148	1530,08	22241,2546
24	2329,85734	0,67102	1563,38	23804,6341
25	2311,21848	0,69115	1597,4	25402,0328

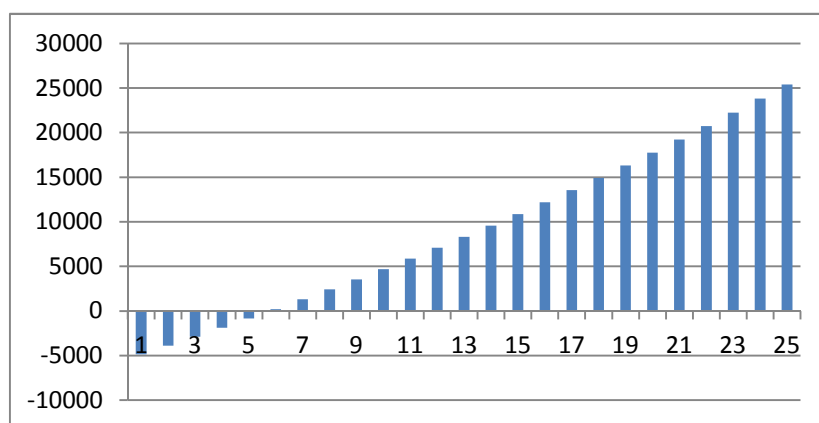


Gráfico II -Retorno do Investimento para o sistema composto por painel Solar world SW 240

Tabela VI - Evolução do proveito acumulado para o sistema composto por painel CS6P - 230P

Ano	CS6P - 230P	Preço	Cash Flow (€)	Cash Acumulado
0				-5641,6
1	2.889,00	0,34	982,26	-4.659,33
2	2.865,89	0,35	1.003,63	-3.655,69
3	2.842,96	0,36	1.025,47	-2.630,22
4	2.820,22	0,37	1.047,79	-1.582,43
5	2.797,66	0,38	1.070,59	-511,85
6	2.775,28	0,39	1.093,88	582,04
7	2.753,07	0,41	1.117,69	1.699,72
8	2.731,05	0,42	1.142,01	2.841,73
9	2.709,20	0,43	1.166,86	4.008,59
10	2.687,53	0,44	1.192,25	5.200,84
11	2.666,03	0,46	1.218,19	6.419,03
12	2.644,70	0,47	1.244,70	7.663,73
13	2.623,54	0,48	1.271,78	8.935,51
14	2.602,55	0,50	1.299,46	10.234,97
15	2.581,73	0,51	1.327,73	11.562,71
16	2.561,08	0,53	1.356,63	12.919,33
17	2.540,59	0,55	1.386,15	14.305,48
18	2.520,27	0,56	1.416,31	15.721,79
19	2.500,10	0,58	1.447,13	17.168,92
20	2.480,10	0,60	1.478,62	18.647,53
21	2.460,26	0,61	1.510,79	20.158,32
22	2.440,58	0,63	1.543,67	21.701,99
23	2.421,05	0,65	1.577,26	23.279,25
24	2.401,69	0,67	1.611,58	24.890,83
25	2.382,47	0,69	1.646,65	26.537,47

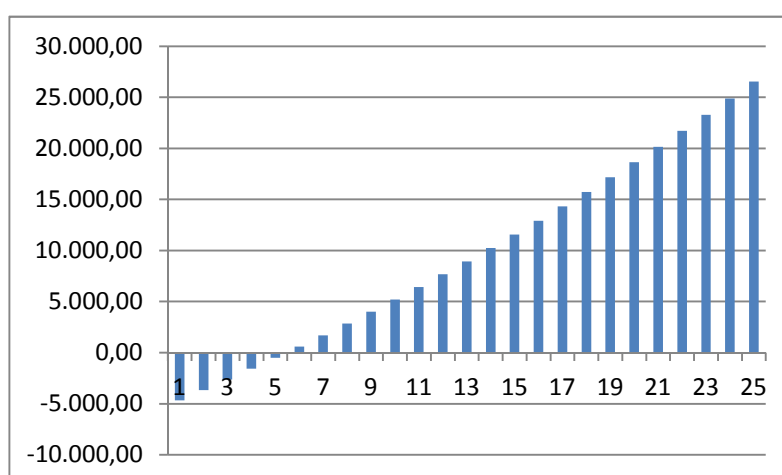


Gráfico III - Retorno do Investimento para o sistema composto por painel CS6P - 230P