

Universidade da Beira Interior

Departamento de Engenharia Electromecânica

**MICROGERAÇÃO DE ENERGIA: ESTUDO
TÉCNICO-ECONÓMICO NO ÂMBITO DA NOVA
CONJUNTURA LEGISLATIVA**

Sérgio Ricardo Marmeleiro Saraiva

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Covilhã, 2010

Universidade da Beira Interior
Departamento de Engenharia Electromecânica

**MICROGERAÇÃO DE ENERGIA: ESTUDO
TÉCNICO-ECONÓMICO NO ÂMBITO DA NOVA
CONJUNTURA LEGISLATIVA**

Sérgio Ricardo Marmeleiro Saraiva

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor João Paulo da Silva Catalão

Ao meu filho David...

Agradecimentos

Ao professor Doutor João Paulo da Silva Catalão, Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Electromecânica da Universidade da Beira Interior, principal responsável como orientador científico, desejo expressar o meu agradecimento pela total compreensão, disponibilidade, aconselhamento, espírito crítico e construtivo e acima de tudo pelos ensinamentos transmitidos na presente dissertação.

À minha irmã e ao Rodrigo por terem sido um exemplo e uma força de motivação na realização deste trabalho.

Aos meus pais por todo o apoio e por nunca deixarem de acreditar em mim.

À Ângela por ser o farol que ilumina e indica o meu caminho na viagem que é a vida.

Resumo

Esta dissertação incide sobre a microgeração de energia e os aspectos técnicos e económicos das diferentes tecnologias de microgeração, tendo por base a conjuntura legislativa vigente.

Com o aumento da população a nível mundial, surge o aumento das necessidades energéticas e, conseqüentemente, a necessidade urgente em adoptar e utilizar formas alternativas de produção de energia eléctrica.

Contrariamente aos recursos fósseis, as energias renováveis são fontes de energia inesgotáveis e com menores impactes ambientais. Assim, uma alternativa para a produção deste tipo de energia passa pela microgeração. De forma geral, a microprodução trata-se de um meio de produção de energia através de instalações de pequena escala, utilizando as energias renováveis ou processos de conversão de elevada eficiência energética. Esta utilização pode ser feita por entidades públicas, pequenas empresas e por indivíduos.

Contudo, a falta de informação em relação à implementação destes sistemas pode ser um obstáculo para a microgeração. Assim, a presente dissertação visa esclarecer, de forma sucinta, as componentes técnicas e económicas das tecnologias de microgeração, bem como o processo de certificação de uma instalação de microprodução, com o intuito de promover o consumo e produção de energia a partir de fontes renováveis.

Palavras-chave: microgeração, energias renováveis, estudo técnico-económico e enquadramento legislativo

Abstract

This dissertation focuses on energy microgeneration and technical and economic aspects of different microgeneration technologies, based on the current legislative situation.

With the population growth worldwide, there is an increased energy demand and hence the urgent need to adopt and use alternative forms of electric power generation.

Unlike fossil fuels, renewable energies are inexhaustible sources of energy with lower environmental impacts. Therefore, an alternative for the production of renewable energy is through microgeneration. In general, the microproduction is a mean of power generation through small-scale installations using renewable energy or high energy efficiency conversion processes. This use can be made by public entities, small businesses and individuals.

However, the lack of information regarding the implementation of these systems can be a barrier to microgeneration. Furthermore, this paper aims to clarify, succinctly, the technical and economic components of microgeneration technologies and the certification process of an installation, in order to promote consumption and production of energy from renewable sources.

Keywords: microgeneration, certification, renewable energy, technical and economic study and legislative situation

Índice

CAPÍTULO 1.....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Motivação.....	2
1.3. Visão Geral da Organização do Documento.....	3
1.4. Objectivo.....	3
CAPÍTULO 2 – Ambiente e Energia.....	4
2. Introdução.....	4
2.1. Aquecimento global e mudanças no clima.....	4
2.2. Desenvolvimento sustentável.....	7
2.3. Eficiência energética.....	9
2.4. Microgeração.....	24
2.5. Enquadramento legal, regulamentos e normas portuguesas aplicadas às Energias Renováveis.....	39
CAPÍTULO 3 – Tecnologias de Microgeração.....	53
3. Introdução.....	53
3.1. Energia Eólica.....	53
3.2. Energia Solar Fotovoltaica.....	62
3.3. Energia Solar Térmica.....	72
3.4. Energia Hídrica.....	79
3.5. Energia da Biomassa.....	89

CAPÍTULO 4 – Casos Práticos	98
4. Introdução.....	98
4.1. Caso prático 1 – Energia Solar Fotovoltaica.....	98
4.2. Caso prático 2 – Energia Solar Térmica.....	107
CAPÍTULO 5 - Conclusões	115
5. Introdução.....	115
5.1. Conclusão	115
5.2. Direcções de investigação.....	116
Bibliografia.....	117
Sítios da Internet.....	122

Índice de Figuras

Figura 1 – O efeito de estufa.....	5
Figura 2 – Emissões de gases com efeito de estufa, por pessoa, nos países da União Europeia, em 1990 e 2006.....	6
Figura 3 – Consumo de energia por tipo de combustível, em 2006.....	7
Figura 4 – Visão Integrada e Multidisciplinar do Desenvolvimento Sustentável.	8
Figura 5 – Produção anual de energia, em TWh da União Europeia.....	10
Figura 6 – Medidas de melhoramento de eficiência tanto a nível térmico como a nível energético.....	12
Figura 7 – Diagrama da Certificação Energética e da Qualidade do Ar.....	15
Figura 8 – Microgeração.	25
Figura 9 – Energias renováveis em casa.	25
Figura 10 – Evolução da energia a partir de fontes renováveis em Portugal.....	26
Figura 11 – Passos a realizar para ser produtor.	28
Figura 12 – Valor anual da potência de ligação registada.....	30
Figura 13 – Evolução da tarifa.	33
Figura 14 – Cálculo do valor da tarifa de venda de energia.	33
Figura 15 – Cálculo do valor da tarifa de venda de energia.	34
Figura 16 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,65/kWh).	36
Figura 17 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,6175/kWh).	36
Figura 18 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,5866/kWh).	37
Figura 19 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,5573/kWh).	37
Figura 20 – Regime Geral.....	37
Figura 21 - Passos fundamentais para o registo da unidade de microprodução.	38
Figura 22 – Organograma com os passos envolvidos no planeamento e desenvolvimento de um sistema de energia eólica com sucesso.	55
Figura 23 – Esquema de um sistema eólico isolado.	59
Figura 24 – Esquema de sistema solar fotovoltaico integrado num edifício e interligado na rede eléctrica.	63
Figura 25 – Sistema fotovoltaico com armazenamento de energia.	64
Figura 26 – Estrutura e função de uma célula cristalina solar.	65
Figura 27 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede.	69

Figura 28 – Radiação Solar.	73
Figura 29 – Painel solar térmico em sistema passivo.....	74
Figura 30 – Painel solar térmico em sistema passivo.....	74
Figura 31 – Aproveitamento activo da energia solar.	75
Figura 32 – Sistema solar termossifão e sistema solar circulação forçada.....	77
Figura 33 – Ciclo da água.....	82
Figura 34 – Central hidroeléctrica.	83
Figura 35 – Origem da Biomassa.....	90
Figura 36 – Ciclo do carbono.	91
Figura 37 – Processos de conversão e formas de energia.....	93
Figura 38 – Sistema de combustão para a produção de electricidade.	94
Figura 39 – Localização da instalação de microprodução fotovoltaica.	98
Figura 40 – Local da instalação.	99
Figura 41 – Características dos módulos fotovoltaicos.	101
Figura 42 – Inversor fotovoltaico.....	102
Figura 43 – Localização do inversor na instalação.....	103
Figura 44 – Características do inversor.....	103
Figura 45 – Contador Trifásico Multitarifa.	104
Figura 46 – Seguidor.	104
Figura 47 – Previsão efectuada pelo software “SMA Sunny Design”.	105
Figura 48 - Produção real que o sistema fotovoltaico produziu até à presente data.....	106
Figura 49 – Sistema Solar Térmico – Circulação forçada.....	108
Figura 50 – Colectores instalados na cobertura.	109
Figura 51 – Características dos colectores.	109
Figura 52 – Características do acumulador.....	110
Figura 53 – Perfil de utilização.....	112
Figura 54 – Balanço energético mensal da instalação.	113

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o aquecimento.	16
Tabela 2 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o ar condicionado.	17
Tabela 3 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a água quente.....	18
Tabela 4 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os frigoríficos e congeladores.....	18
Tabela 5 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a máquina de lavar e secar roupa.....	19
Tabela 6 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a máquina de lavar loiça.	21
Tabela 7 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta fornos eléctricos.....	22
Tabela 8 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os fornos de micro-ondas.	22
Tabela 9 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os equipamentos eléctricos e electrónicos.....	23
Tabela 10 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o sistema de iluminação.....	23
Tabela 11 – Conceitos e elementos relacionado com a Microprodução.....	28
Tabela 12 – Tarifa de referência no ano de 2008.....	31
Tabela 13 – Unidade de microprodução com combinação de tecnologias de energia.	31
Tabela 14 – Componentes do vento que determinam a potência disponível.....	56
Tabela 15 – Vantagens e desvantagens da Energia Eólica.	62
Tabela 16 - Vantagens e desvantagens da Tecnologia Solar Fotovoltaica.	72
Tabela 17 – Duas características da energia solar.....	73
Tabela 18 – Critério para pequenos projectos hidroeléctricos.....	81
Tabela 19 – Elementos que constituem o sistema hidroeléctrico.	83
Tabela 20 – Conjunto de impactes ambientais e algumas medidas para os projectos hidroeléctricos.....	88
Tabela 21 – Vantagens e desvantagens da Energia Hídrica.....	89

Tabela 22 – Factores que caracterizam a Biomassa.....	92
Tabela 23 – Vantagens e desvantagens da Energia da Biomassa.....	96
Tabela 24 – Monitorização dos dados reais da instalação.	107

CAPÍTULO 1

1. Introdução

Neste capítulo é apresentada uma breve introdução ao tema da microgeração de energia: estudo técnico-económico no âmbito da nova conjuntura legislativa. Apresenta-se o enquadramento do tema, bem como, a motivação da abordagem ao tema. No final deste capítulo é descrita a forma como a presente dissertação se encontra organizada.

1.1. Enquadramento

Face ao crescimento da população a nível mundial, surge também um aumento das necessidades energéticas e, conseqüentemente, a necessidade urgente em adoptar formas alternativas de produção de energia eléctrica.

Assim, é importante incrementar a utilização de energias renováveis, não só pela diminuição dos recursos fósseis, como também pelas questões ambientais. As questões referentes ao ambiente têm tido cada vez mais importância na economia das sociedades, particularmente no ramo energético, visto que, no ano de 2005, este representou 72,9% dos gases de efeito de estufa em Portugal.

As energias renováveis são fontes de energia que podem ser consideradas inesgotáveis ou que possam ser renovadas. São consideradas renováveis: a energia eólica, energia solar térmica, energia solar fotovoltaica, energia hídrica e energia da biomassa.

Perante as conseqüências nefastas que provêm da combustão de combustíveis fósseis, é imprescindível proteger e conservar o nosso planeta. Assim, com o Protocolo de Quioto e com a Directiva da União Europeia, é da competência de cada país implicado despoletar medidas e forças para estimular a produção de energia de fonte renovável (Cardoso, 2007). Para tal, uma alternativa para a produção de energia renovável passa pela

microgeração, sendo um sistema utilizado em muitos países, como Portugal, como meio para produzir electricidade e para diminuir as emissões de CO₂ (Cardoso, 2007).

De um modo geral, a microprodução apresenta várias vantagens, quer económicas, quer tecnológicas, como por exemplo: 1) reduzir as perdas de energia na rede de distribuição de energia eléctrica; 2) moderar o desempenho ambiental do sistema energético na totalidade; 3) maior confiança no fornecimento de electricidade aos consumidores; 4) diminuir a forte dependência energética de Portugal face aos outros países; 5) criar novos postos de trabalhos; 6) aumentar o crescimento económico e 7) aumentar a autonomia e tomada de decisão dos consumidores individuais e das comunidades locais.

1.2. Motivação

O processo de microgeração de energia possibilitou que a produção de electricidade pudesse estar acessível e mais facilitada a todos os que queiram ser consumidores.

Assim, as diferentes tecnologias de microgeração, os aspectos ambientais, técnicos e económicos de cada uma delas, bem como o enquadramento legal, são aspectos motivadores para a realização e concretização da presente dissertação.

A presente dissertação pretende apresentar as diferentes tecnologias de microgeração, tendo por base as componentes teóricas específicas de cada uma, bem como, os aspectos económicos e ambientais. Dado que existe uma panóplia de legislação referente à microgeração, considerámos importante reunir, de forma simplificada, esta mesma informação.

De modo a ilustrar o funcionamento e o desempenho energético de uma determinada instalação, apresentamos também, na presente dissertação, dois casos práticos.

Com a realização deste trabalho, pretendemos não só divulgar e explicitar a microgeração, bem como, o incrementar o interesse e, conseqüentemente, o número destes sistemas em Portugal.

1.3. Visão Geral da Organização do Documento

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. O Capítulo 2 é destinado ao ambiente e energia e o Capítulo 3 é destinado à descrição das tecnologias de microgeração. O capítulo 4 é destinado à apresentação de casos práticos. O Capítulo 5 conclui a tese. Apresenta-se a seguir uma descrição mais detalhada do conteúdo de cada capítulo.

No Capítulo 2 são enunciadas algumas das alterações e impactes ambientais. Apresentam-se a importância do desenvolvimento sustentável e da eficiência energética. Define-se o conceito de microgeração e os passos necessários para a certificação de uma unidade de produção. Apresenta-se o enquadramento legal, regulamentos e normas portuguesas aplicadas às energias renováveis.

No Capítulo 3 apresentam-se as diferentes tecnologias de microgeração, enunciando os seus aspectos teóricos, económicos e ambientais.

No Capítulo 4 apresentam-se dois casos práticos, nos quais descrevem-se as instalações, equipamentos e os resultados da monitorização do consumo, do retorno económico e o balanço energético estimado.

Finalmente, no Capítulo 5 enuncia-se uma síntese do estudo e apresentam-se as principais conclusões resultantes da presente dissertação. Enunciam-se algumas sugestões para estudos futuros.

1.4. Objectivo

Nesta dissertação pretendem caracterizar-se algumas das tecnologias de microgeração, enfatizando a componente técnico-económica das mesmas, bem como, o impacto ambiental de cada uma.

O objectivo principal do trabalho consiste em estudar as tecnologias de microgeração, nomeadamente, a energia eólica, a energia solar térmica, a energia solar fotovoltaica, a energia hídrica e a energia da biomassa, os seus aspectos teóricos, económicos e ambientais, tendo por base o enquadramento legislativo das mesmas.

CAPÍTULO 2 – Ambiente e Energia

2. Introdução

Neste capítulo são abordados os principais impactes ambientais, como o aquecimento global e algumas alterações climáticas que advêm da combustão e da utilização exacerbada dos combustíveis fósseis. Salientamos também a importância do desenvolvimento sustentável e da eficiência energética, como mecanismos utilizados para a redução dos consumos energéticos e dos impactes ambientais. Na fase final deste capítulo, é feito o enquadramento à temática da microgeração, bem como, os passos e aspectos importantes para a certificação de um sistema de microprodução e ainda o enquadramento de este tipo de sistemas.

2.1. Aquecimento global e mudanças no clima

Invernos mais rigorosos e Verões mais quentes, maior número de cheias, incêndios florestais, secas, tempestades, degelo das calotes polares, subida do nível da água dos oceanos, são algumas das consequências que provêm das alterações climáticas, já visíveis em diversas partes do planeta (J. M. G. Almeida, 2008; Goldemberg & Lucon, 2007; SENAI.RO, 2007).

Estas mudanças referidas anteriormente acontecem em função do aumento da temperatura média e são provocadas por um fenómeno designado de aquecimento global, presente nos últimos 150 anos (J. M. G. Almeida, 2008; Martinho, 2007).

Neste sentido, é frequente ouvir-se dizer que estas alterações climáticas ocorrem pelo efeito de estufa. Contudo, o efeito de estufa trata-se de um fenómeno natural que existe para manter a Terra aquecida, caso contrário, o planeta seria coberto de gelo (Collares-Pereira, 1998; Goldemberg & Lucon, 2007; SENAI.RO, 2007) (cf. Figura 1).



Figura 1 – O efeito de estufa.

Fonte: EDP (2006)

Esta problemática surge com o desenvolvimento de novas tecnologias e com o queimar de combustíveis fósseis, tais como, o petróleo e o carvão, utilizados em máquinas e indústrias para estas poderem funcionar. Consequentemente, existiu um incremento da emissão de gases que provocam o efeito de estufa na atmosfera, causando um aumento da temperatura (Abrantes & Silveira, 2009; Caetano, 2007; Garrido, 1996; Nobre, 2001) (cf. Figura 2).

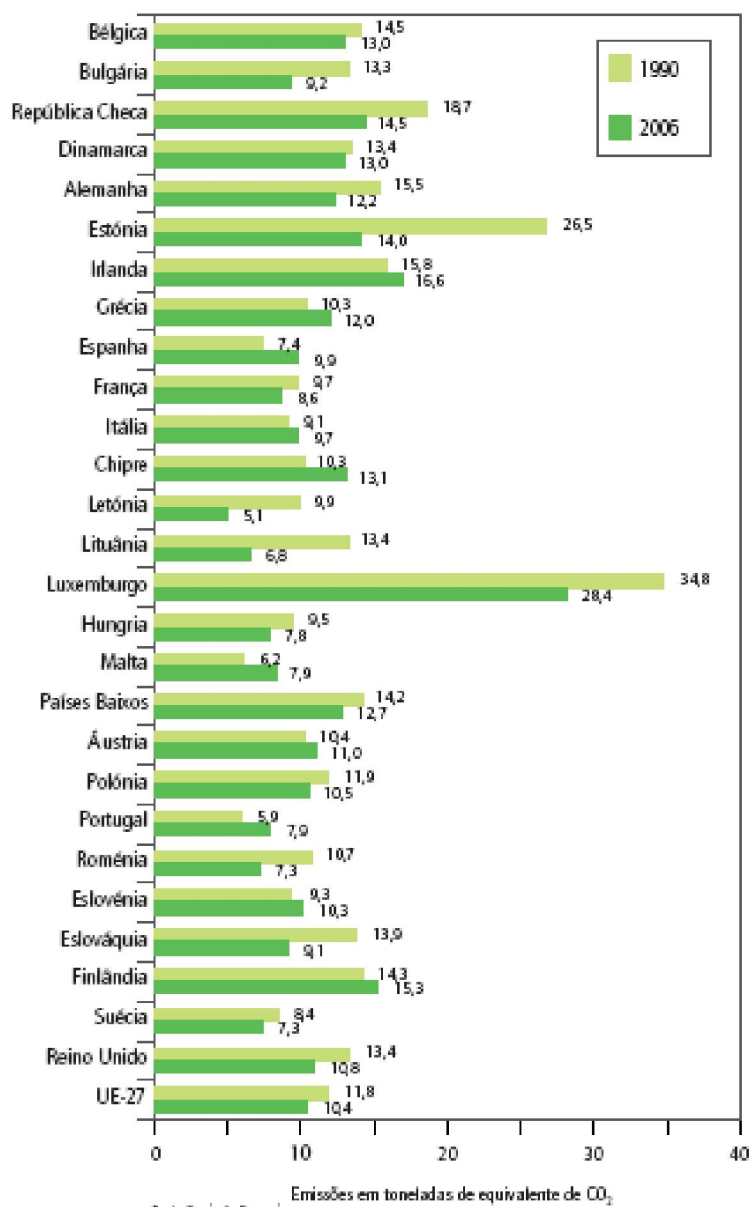


Figura 2 – Emissões de gases com efeito de estufa, por pessoa, nos países da União Europeia, em 1990 e 2006.

Fonte: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/75/pt>

Perante estas alterações climáticas e face ao grau de perigosidade que advêm das mesmas, as autoridades mundiais traçaram como principal objectivo reduzir os níveis de emissão de dióxido de carbono – CO₂ (Castanheira & Gouveia, 2004; Goldemberg & Lucon, 2007). Para tal, foi assinado o Protocolo de Quioto: tratado internacional que estabelece

objectivos de redução de emissão de gases e estimula o desenvolvimento e criação de tecnologias sustentáveis (Baitelo, 2007; F. Duarte, 2007; EDP, 2006) (cf. Figura 3).

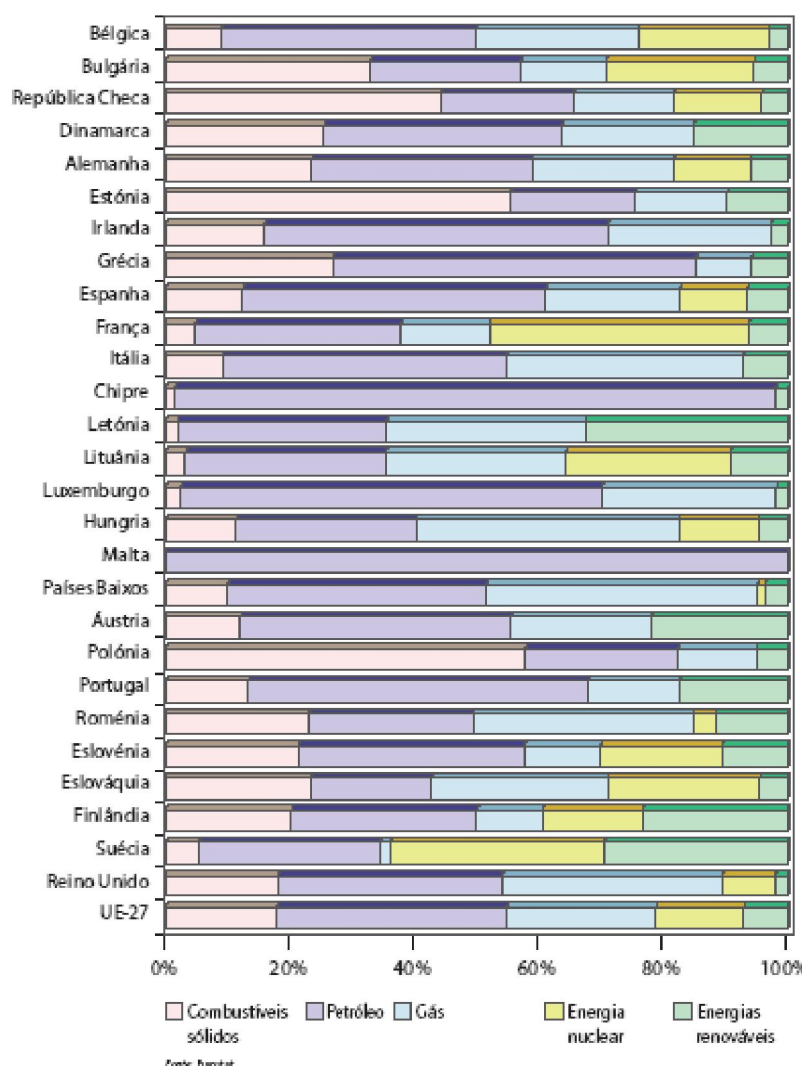


Figura 3 – Consumo de energia por tipo de combustível, em 2006.

Fonte: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/75/pt>

2.2. Desenvolvimento sustentável

Actualmente, o grande desafio mundial passa por travar o padrão actual de desenvolvimento, apresentando um modelo sustentável de organização humana, onde se encontra inserida uma visão integrada e multidisciplinar (Castanheira & Gouveia, 2004; C. A. Simioni, 2006) (cf. Figura 4).



Figura 4 – Visão Integrada e Multidisciplinar do Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: <http://4maneirasdeveramesmacoisa.blogspot.com/2009/02/o-desenvolvimento-sustentavel-e-algo.html>

Contudo, existem alguns obstáculos, como a falta de educação, a exclusão social em oposição ao conceito de materialismo e consumismo, associados a aspectos quer culturais, quer religiosos (SENAI.RO, 2007).

Na Conferência de Estocolmo, em 1972, já era discutida a necessidade de reaprender a conviver na terra, bem como a relevância da questão ambiental e, por isso, era imprescindível discutir os pressupostos do desenvolvimento e do consumo dos recursos naturais (Marques, 2007).

Neste sentido, o conceito de desenvolvimento sustentável obriga a uma alteração de valores e à promoção do desenvolvimento humano que demonstre respeito pelo ambiente. Os valores que necessitam de ser alterados passam pelo consumo descontrolado, pela utilização de tecnologia, a larga escala e o exagero no crescimento económico (Baitelo, 2007; Castanheira & Gouveia, 2004).

Os valores descritos anteriormente têm provocado grandes desastres ecológicos, desintegração social, marginalização de pessoas e regiões, guerras e terrorismo, tráfico de armas e drogas, violência urbana e outros factores de desagregação, quer humana, quer ambiental (EDP, 2006; SENAI.RO, 2007).

Assim, a interferência humana na questão ambiental atingiu nos dias de hoje um nível que poderá gerar danos irreversíveis. Para tal, é necessária uma cooperação internacional em problemas locais no meio ambiente e no desenvolvimento (Caetano, 2007; Castanheira & Gouveia, 2004).

2.3. Eficiência energética

As alterações climáticas visíveis em todo o planeta são provocadas pelas emissões produzidas pelos combustíveis fósseis utilizados para satisfazer as necessidades energéticas globais. As sequelas provenientes do aquecimento global são assustadoras, podendo aumentar quanto à gravidade das mesmas e, por isso, foram instauradas medidas para minimizar estes impactes (A. Almeida, Patrão, Fonseca, & Moura, 2005; Real, 2002).

Deste modo, é urgente alterar e diminuir o consumo de energia, tendo por base três grandes motivos: 1) motivos éticos e sociais; 2) motivos estratégicos e 3) motivos económicos. Para tal é imprescindível incentivar a utilização das energias renováveis para produção de energia (Roig, Silva, & Guerra, 2009) (cf. Figura 5).

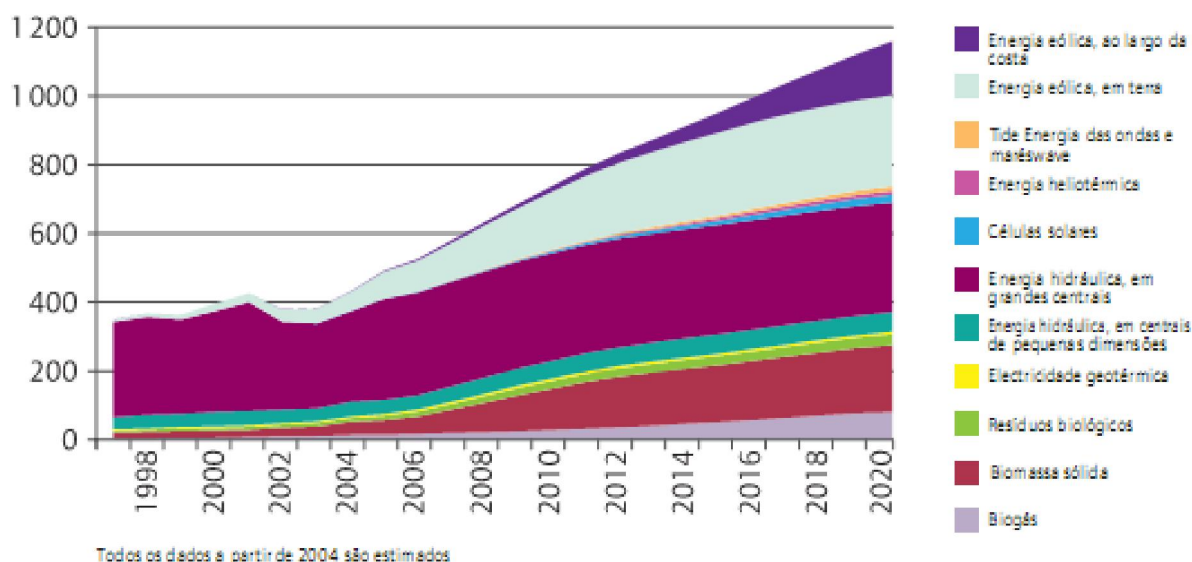


Figura 5 – Produção anual de energia, em TWh da União Europeia

Fonte: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/75/pt>

Especificamente no caso de Portugal, os edifícios foram responsáveis pelo consumo de 5,8Mtep, cerca de 30% do consumo total de energia primária e 62% do consumo de electricidade no ano de 2005. Existem, sensivelmente, 3,3 milhões de edifícios que contribuem para 17% do consumo de energia e 27% do consumo de electricidade, salientando a importância da eficiência energética dos equipamentos consumidores de energia, de modo a amortecer os consumos (Collares-Pereira, 1998).

Assim, nos últimos anos, a qualidade dos edifícios, bem como o conforto dos mesmos, têm aumentado, traduzindo-se num aumento de investimento e de consumo de energia e, naturalmente, num agravamento da emissão de gases e do aquecimento global.

Em termos práticos, o consumo de energia de um determinado edifício distribui-se, aproximadamente, do seguinte modo:

- 50% cozinha e águas quentes sanitárias;
- 25% aquecimento e arrefecimento;
- 25% iluminação e equipamentos electrodomésticos.

De acordo com a DECO (2008, p. 5) estes valores podem ser transformados em algumas medidas de melhoramento de eficiência tanto a nível térmico, como a nível energético:

- 1. os custos elevados associados à produção de águas quentes sanitárias, cuja fonte energética se divide entre o gás e a electricidade poderão ser transferidos para uma produção de origem renovável – energia solar térmica;*
- 2. os consumos associados ao conforto térmico (aquecimento e arrefecimento) constituem uma via de intervenção no sector;*
- 3. a melhoria da eficiência energética do parque de equipamentos e iluminação constitui um alvo de intervenção onde as economias de energia poderão ser significativas.*

Assim, a aplicação de algumas medidas pode levar a um decréscimo entre 30 e 35% do consumo de energia. Estas medidas passam por poupar energia, utilizar eficazmente a energia e, por isso, cada um de nós deve ter um papel activo neste sentido (Madeira & Gomes, 2007) (cf. Figura 6).

O conforto proporcionado por uma determinada habitação depende de um conjunto de factores, tais como as características de construção dos edifícios e dos sistemas de aquecimento e arrefecimento utilizados. Estes factores são fundamentais no momento da compra de uma casa e, portanto, devem ser tidos em conta os requisitos de eficiência energética (Wulfinghoff, 1999).

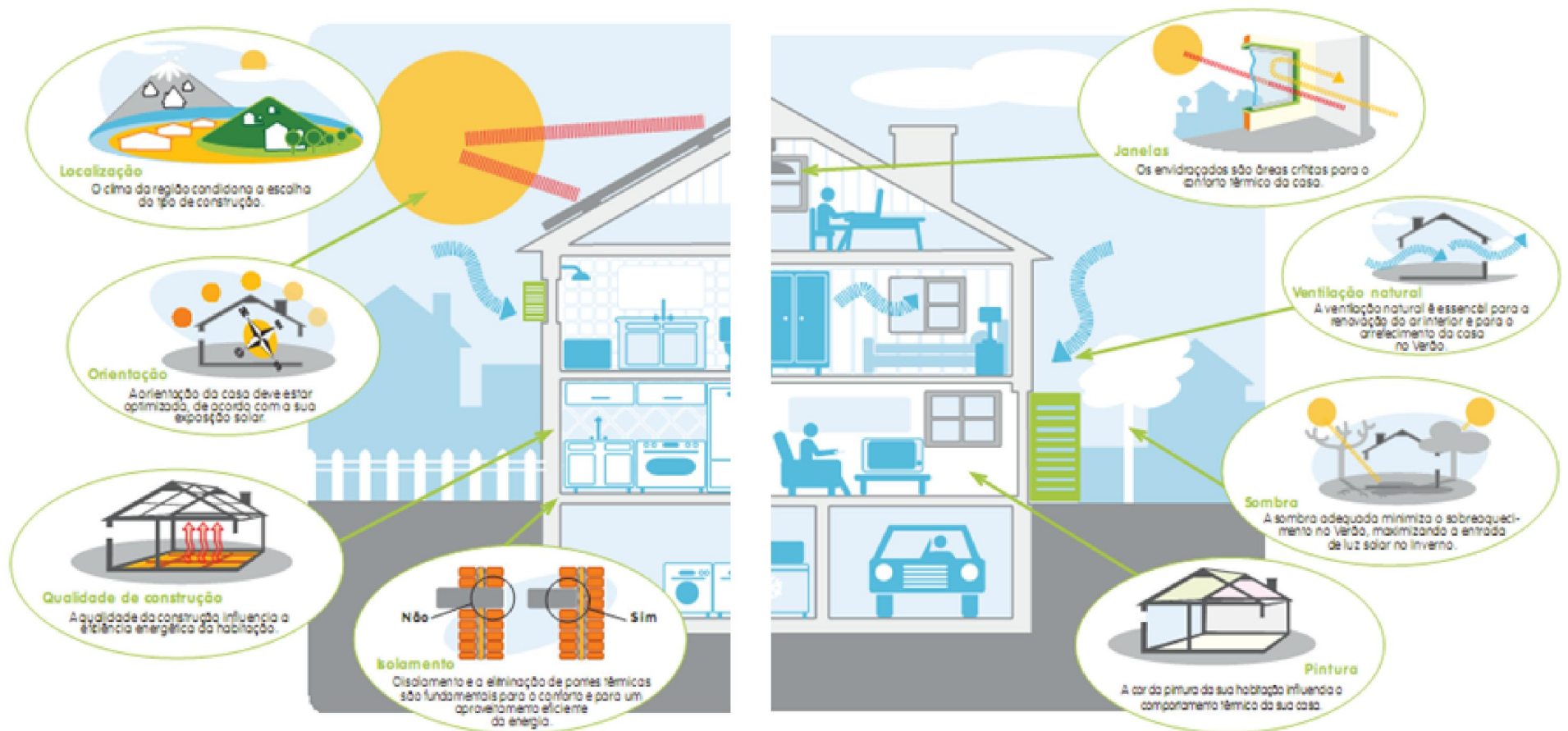


Figura 6 – Medidas de melhoramento de eficiência tanto a nível térmico como a nível energético.

Fonte: EDP (2006)

- Características exteriores dos edifícios

As especificidades arquitectónicas e construtivas dos edifícios têm um impacto fundamental nas condições de conforto dos edifícios, sendo que a grande consequência disto é a elevada incidência dos custos de aquecimento e de ar condicionado nas despesas das famílias. Assim, as variáveis climáticas que mais influenciam os edifícios em aspectos de transferência de calor são a temperatura do ar exterior e a radiação solar. Dentro deste ponto inserem-se: a forma e localização do edifício e a orientação e captação de energia solar.

- Características de construção

Em termos energéticos, são bastante relevantes as particularidades das componentes que fazem fronteira entre a casa e o ambiente exterior, como por exemplo:

- ⇒ Características da envolvente exterior (inércia térmica e isolamento térmico);
- ⇒ Isolamento das paredes exteriores (isolamentos pelo exterior, isolamento pelo interior e isolamento colocado na caixa-de-ar);
- ⇒ Coberturas (cobertura horizontal e cobertura inclinada);
- ⇒ Pavimentos;
- ⇒ Vidros e janelas;
- ⇒ Cor dos revestimentos.

No que diz respeito aos sistemas de aquecimento e arrefecimento estes desempenham um papel fundamental no lar e no conforto ambiente, bem como, contribuem significativamente para a factura energética da habitação e da emissão de gases para o ar e, por isso, a sua eficiência energética é de grande importância. Fazem parte deste sistema a ventilação natural e a ventilação forçada.

O processo de aquecimento de água envolve um consumo enorme de energia e para tal é necessário existir uma selecção e utilização eficiente dos equipamentos para estes efeitos, pois representam um grande impacto no consumo de energia. Por exemplo, equipamentos como:

⇒ Sistemas de aquecimento central:

- caldeiras de condensação;
- caldeiras de temperatura variável;
- radiadores;
- piso radiante.

⇒ Ar condicionado:

- sistemas centralizados de ventilação de ar condicionado;
- sistemas de ar condicionado independentes.

Quanto ao processo de produção de água quente, também é preciso ter em atenção a escolha e utilização dos equipamentos, tais como:

- ⇒ Esquentadores a gás e caldeiras;
- ⇒ Termoacumuladores eléctricos;
- ⇒ Aquecimento de água centralizado;
- ⇒ Painéis solares.

Deste modo, podem ser utilizadas energias renováveis nas habitações, como a:

- ⇒ energia solar fotovoltaica;
- ⇒ microprodução de electricidade;
- ⇒ energia da biomassa;
- ⇒ energia eólica;
- ⇒ energia geotérmica.

Neste sentido, a Directiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da Europa, de 16 de Dezembro, refere o desempenho energético dos edifícios e estabelece a implementação nos Estados-Membros de um sistema de certificação que possibilite informar os cidadãos sobre a qualidade térmica dos edifícios, no momento de construção, reabilitação, venda ou arrendamento.

Assim, o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar dos Edifícios, pretende melhorar o desempenho energético dos edifícios. Esta certificação segue os passos do seguinte esquema (F. Duarte, 2007) (cf. Figura 7).

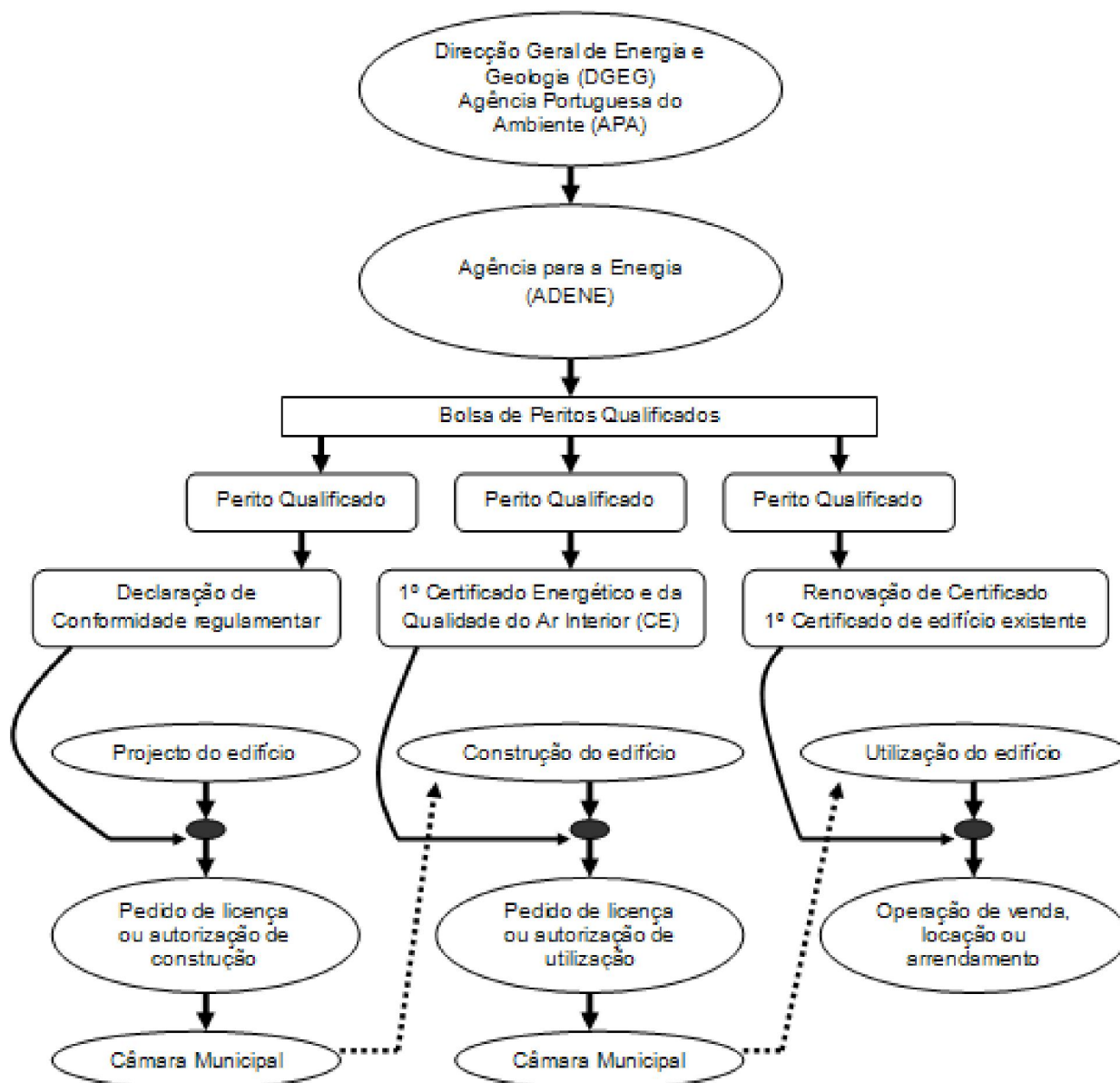


Figura 7 – Diagrama da Certificação Energética e da Qualidade do Ar.

De seguida, são apresentadas algumas sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética (cf. Tabelas 1-10).

Tabela 1 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o aquecimento.

Fonte: DECO (2008)

Aquecimento	<ul style="list-style-type: none">-no Inverno, a temperatura no interior da habitação deve situar-se nos 20°C: por cada grau, consumimos entre 7 a 10% da energia total necessária para aquecer toda a casa.- a instalação de válvulas termoestáticas nos radiadores é uma boa solução: essas válvulas permitem ajustar com precisão a temperatura em cada divisão, regulando automaticamente o caudal de água quente com base na temperatura seleccionada;- quando o aquecimento está ligado, deve manter sempre as janelas e portas fechadas;- recomendamos que aqueça apenas as áreas da casa que realmente utiliza e que feche as portas das salas e quartos que não estão a ser utilizados;- evite cobrir os radiadores com peças de mobiliário ou cortinas; se o radiador estiver instalado por baixo de uma janela, recomendamos que instale uma placa de material isolador e reflector entre o radiador e a parede;- uma boa forma de prevenir a entrada de ar frio, implicando uma pequena despesa, consiste em instalar um painel isolante nas caixas dos estores de enrolar para reduzir as entradas de ar frio e evitar desperdícios desnecessários de energia;- à noite, manter os estores de enrolar fechados sempre que possível. Nos dias de sol, aproveitar ao máximo a entrada de radiação solar na habitação, para aquecê-la gratuitamente;- se não achar conveniente substituir as janelas com vidros simples por vidros duplos e caixilhos com isolamento, recomenda-se a aplicação de fita de isolamento nos caixilhos das janelas.- ventile regularmente a habitação, abrindo as janelas apenas alguns minutos de cada vez.
--------------------	--

Tabela 2 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o ar condicionado.

Fonte: DECO (2008)

Ar condicionado	<ul style="list-style-type: none">- devem ser instalados aparelhos de ar condicionado de Classe A: estes aparelhos são mais eficientes em termos de desempenho e poupança de energia. Prefira sempre modelos “inverter” que ajustam a potência do sistema de acordo com as variações da temperatura da divisão e verifique o valor EER expresso na etiqueta: quanto maior, melhor;- utilize o ar condicionado apenas quando for necessário: o consumo de energia devido à utilização do ar condicionado durante uma hora num apartamento de quadro assoalhadas pode atingir os 2-3kWh;- seleccione uma temperatura que seja cerca de 5 graus inferior à temperatura exterior, para evitar variações bruscas que são prejudiciais à saúde. Em geral, um aparelho regulado para 24 a 26°C é suficiente para combater os efeitos do calor excessivo;- não oriente o caudal do ar frio directamente para as pessoas pois isso provoca desconforto e pode ser prejudicial para a saúde;- não tape as saídas e entradas de ar do aparelho;- limpe regularmente os filtros de ar para evitar ou reduzir a poluição causada pelo pó, bactérias, pólenes e permitir o bom funcionamento do aparelho;- evite que os componentes do aparelho instalados no exterior estejam expostos à radiação solar directa e instale-os longe de quaisquer fontes de calor;- certifique-se de que as portas e janelas estão fechadas quando o ar condicionado está ligado para facilitar o arrefecimento das salas e evitar desperdícios de energia;- seguindo algumas sugestões simples pode evitar situações de sobreaquecimento da sua habitação no Verão ao mesmo tempo que reduz a utilização do ar condicionado: ventile a habitação à noite, evite a entrada de ar quente durante a tarde, use os estores para proteger as janelas da habitação, entre outros.
----------------------------	---

Tabela 3 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a água quente.

Fonte: DECO (2008)

Água quente	<ul style="list-style-type: none"> - com uma simples operação do tipo faça você-mesmo e com um custo razoável, pode instalar redutores do caudal de água nos chuveiros e nas torneiras. Mantendo o mesmo nível de conforto, poderá reduzir o consumo de água e da energia necessária para a aquecer. De qualquer forma, deverá sempre fechar a torneira nos intervalos em que não precisa da água quente; - se tiver de abrir uma torneira durante apenas alguns segundos, coloque o misturador na posição fria, caso contrário apenas vai aquecer as tubagens desnecessariamente; - prefira tomar duche em vez de banho de imersão: para um duche normal são necessário cerca de 30 a 50 litros de água enquanto para encher uma banheira são necessários cerca de 150 litros; - os esquentadores a gás são mais eficientes que os termoacumuladores eléctricos; - não deixe a água correr desnecessariamente.
--------------------	--

Tabela 4 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os frigoríficos e congeladores.

Fonte: DECO (2008)

Frigoríficos e congeladores	<ul style="list-style-type: none"> - se tiver de substituir o seu frigorífico ou congelador, sugerimos que compre um da Classe A+ ou Classe A++, com baixo consumo que utiliza cerca de metade da energia consumida por um dos antigos modelos; - seleccione um modelo que seja adequado às necessidades da família: não compre um grande frigorífico ou congelador se a sua família for pequena ou se compra pequenas quantidades de comida de cada vez. Os grandes equipamentos consomem mais e um frigorífico consome aproximadamente a mesma energia, quer esteja cheio, quer esteja apenas a meia capacidade; - instale os frigoríficos e os congeladores na área mais fria da cozinha e longe de fontes de calor ou das janelas, deixando cerca de 10 cm entre a parede da cozinha e a parte de trás do aparelho para garantir uma
------------------------------------	---

	<p>ventilação adequada;</p> <ul style="list-style-type: none"> - coloque a comida no frigorífico de acordo com os diferentes níveis de refrigeração necessários e tendo em conta que a parte mais fria do frigorífico é a sua parte inferior; - coloque a comida no frigorífico só depois de esta ter arrefecido, para evitar a formação de condensação nas paredes e para consumir menos energia; - deve regular sempre o controlo de temperatura do frigorífico para um valor médio para evitar desperdícios inúteis de energia. As temperaturas ideais variam entre os 4°C no compartimento mais frio e os 10°C no compartimento mais quente e podem ser obtidas colocando o botão de controlo numa posição intermédia entre as temperaturas mínima e média. As temperaturas inferiores a estas levam a um aumento do consumo de energia de 10 a 15%; - abra a porta do frigorífico apenas quando necessário e mantenha-a aberta o menos tempo possível; uma abertura prolongada da porta é a primeira causa do aumento do consumo de energia, nestes equipamentos; - limpe o condensador, que é a serpentina instalada na parte de trás do frigorífico, pelo menos uma vez por ano, para manter a eficiência do aparelho e evitar um aumento do consumo de energia; antes de fazer a limpeza, desligue o tomada de alimentação do frigorífico; - verifique regularmente as juntas da porta e substitua-as se estiverem gastas ou sem capacidade de estanquicidade.
--	--

Tabela 5 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a máquina de lavar e secar roupa.

Fonte: DECO (2008)

<p>Máquina de lavar e secar roupa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - considere a possibilidade de substituir a sua velha máquina de lavar por um novo modelo de Classe A (ou superior). Estes modelos consomem cerca de metade da energia consumida por 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) e seleccione um modelo que
--	--

	<p>tenha um baixo consumo;</p> <ul style="list-style-type: none">- alguns modelos estão equipados com função de secagem. Sugerimos que evite utilizar esta função o mais possível porque para aquecer o ar necessário para a secagem é requerida muita energia;- a etiquetagem energética também contém outras informações úteis (capacidade de carga, eficiência da lavagem e secagem com rotação) para o ajudar a seleccionar o modelo que melhor satisfaça as suas necessidades;- utilize a máquina de lavar sempre com carga completa. Duas lavagens utilizando a meia carga gastam mais energia do que uma lavagem com carga completa;- separe a roupa consoante o tipo de tecido, nível de sujidade e seleccione o programa de lavagem adequado: se proceder deste modo, utilizará a sua máquina de lavar de uma forma mais eficiente e consumirá menos energia;- seleccione programas de lavagem a baixa temperatura (30-40°C): os detergentes actualmente disponíveis no mercado garantem excelentes resultados de lavagem mesmo a baixas temperaturas;- limpe regularmente o filtro e o distribuidor de detergente;- não utilize demasiado detergente: uma boa lavagem não depende da quantidade de detergente utilizada mas sim da utilização correcta da máquina de lavar, do seu desempenho e da dureza da água (caso seja necessário acrescente um produto anti-calcário e amaciador da água). Poupar em detergentes significa reduzir a poluição dos rios e oceanos;- por razões de segurança, não ligue a máquina de lavar roupa se tiver as mãos molhadas ou os pés descalços. Em caso de uma inactividade prolongada da máquina de lavar, desligue a ficha da tomada de corrente, feche a torneira de alimentação de água e deixe a porta entreaberta;- ajuste os pés de nivelamento para garantir a estabilidade da máquina durante a rotação do tambor a alta velocidade. Quanto maior o número de rotações utilizado, menor a quantidade de água contida na roupa no fim da lavagem. Isto diminuirá o tempo de secagem, o que é muito importante quando se tem de recorrer à máquina de secar roupa.
--	--

Tabela 6 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta a máquina de lavar loiça.

Fonte: DECO (2008)

Máquina de lavar loiça	<ul style="list-style-type: none">- considere a possibilidade de substituir a sua máquina de lavar loiça por um novo modelo da Classe A;- leia com atenção a etiqueta referente à energia para ver qual o consumo de energia (expresso em kWh/ciclo) e o consumo de água (indicado em litros por ciclo de lavagem) e seleccione o modelo mais eficiente;- compre uma máquina de lavar loiça adequada às necessidades da sua família, em termos de capacidade. A etiqueta energética contém informações que o podem orientar na escolha do modelo mais adequado;- utilize a máquina de lavar loiça apenas com uma carga completa. Se tiver pouca loiça para lavar, utilize um ciclo rápido ou ciclo de lavagem a frio para fazer uma espécie de pré-lavagem. Pode deixar, em seguida, a loiça na máquina até que tenha uma carga completa sem que isso cause problemas de mau cheiro;- se a loiça estiver muito suja, utilize o ciclo económico e utilize o ciclo intensivo apenas para panelas e frigideiras ou pratos em Pyrex especialmente sujos;- passe a loiça por água antes de a colocar nas grades da máquina de lavar loiça e coloque-a de forma correcta para não impedir a rotação do braço dos pulverizadores;- seleccione uma temperatura da água que não seja demasiado alta, por exemplo, colocando o botão de controlo nos 50°C;- limpe regularmente o filtro, o braço dos pulverizadores e lave o cesto da porta com um detergente;- utilize detergentes específicos para lavar loiça e nunca exceda a dosagem sugerida; uma maior quantidade de detergente não lava melhor a loiça, mas causa mais poluição;- verifique periodicamente o nível do sal no amaciador da água e do auxiliar de lavagem.
-------------------------------	---

Tabela 7 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta fornos eléctricos.

Fonte: DECO (2008)

Fornos eléctricos	<ul style="list-style-type: none">- os fornos eléctricos dispõem de uma etiqueta energética que podem auxiliá-lo na selecção do modelo mais eficiente (Classe A);- devem ser preferidos os fornos eléctricos com ventilação em vez dos fornos tradicionais pois ao fazerem a circulação do ar quente, estabelecem uma temperatura homogénea no interior do forno, reduzindo o consumo de energia. Além disso, devido à ventilação interna, é possível cozinhar diferentes alimentos ao mesmo tempo, poupando assim tempo e energia;- durante a cozedura dos alimentos, abra a porta do forno apenas em caso de necessidade, pois isso faz com que o forno arrefeça e consuma mais energia;- desligue o forno alguns minutos antes de concluída a cozedura para utilizar o calor residual;- limpe o forno depois de cada utilização, depois de ter desligado a ficha da tomada de corrente, de preferência antes de ter arrefecido totalmente (isso facilita a limpeza) utilizando apenas detergentes apropriados.
--------------------------	---

Tabela 8 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os fornos de micro-ondas.

Fonte: DECO (2008)

Fornos de micro-ondas	<ul style="list-style-type: none">- sugerimos que utilize o forno de micro-ondas sempre que as características dos alimentos a cozinhar o permitam. Os fornos de micro-ondas consomem metade da energia consumida pelos fornos tradicionais pois cozinham os alimentos mais rapidamente e não necessitam de qualquer pré-aquecimento (o tempo e cozedura é reduzido em 25%);- os fornos de micro-ondas preservam todas as propriedades nutritivas dos alimentos e são também indicados para descongelar rapidamente alimentos congelados mas, devido a algumas particularidades (por exemplo não permitem fazer o tostado superficial dos alimentos e a cozedura nem sempre é homogénea) não podem ser utilizados para todos os tipos de alimentos;
------------------------------	--

	- utilize sempre recipientes que sejam transparentes para ondas electromagnéticas (vidro, porcelana, barro) e nunca recipientes de metal.
--	---

Tabela 9 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta os equipamentos eléctricos e electrónicos.

Fonte: DECO (2008)

Equipamentos eléctricos e electrónicos	<p>- alguns electrodoméstico (TV, gravadores de vídeo, computadores, fornos de micro-ondas) podem ser deixados na posição de “stand by” (modo de espera), o que é indicado por uma pequena lâmpada acesa no painel do aparelho. Esta posição reduz o consumo de energia mas não o elimina totalmente. Numa casa, o consumo total em stand by pode ser equivalente a ter uma lâmpada de 60 W ligada continuamente;</p> <p>- a forma mais simples de eliminar qualquer desperdício de energia quando os aparelhos não estão a ser utilizadas é ligar todos os aparelhos a um tomada de corrente múltipla equipada com um interruptor: desligando o interruptor da tomada de corrente, todos os aparelhos que estejam ligados a essa tomada deixam de consumir energia.</p>
---	--

Tabela 10 – Sugestões que parecem ser úteis para a eficiência energética, tendo em conta o sistema de iluminação.

Fonte: DECO (2008)

Sistema iluminação	<p>- utilize sempre que possível lâmpadas economizadoras de energia. Em comparação com as lâmpadas tradicionais, uma lâmpada economizadora de energia consome até 80% menos energia, mantendo o mesmo nível de iluminação.</p> <p>- as lâmpadas economizadoras são mais caras mas duram muito mais (cerca de 10.000 horas em vez de das 1.000 horas das lâmpadas incandescentes). Recomendamos que substitua as lâmpadas incandescentes tradicionais por lâmpadas economizadoras de energia especialmente nas salas em que estão acesas mais tempo; quanto mais tempo as utilizar maior será a sua redução de custos;</p> <p>- deve-se saber que quando uma lâmpada está instalada voltada para o</p>
---------------------------	---

	<p>tecto ou uma parede de cor clara, produz uma agradável luz difusa mas, por outro lado, a sua luminosidade é bastante baixa, consumindo assim mais energia em relação à iluminação produzida.</p> <ul style="list-style-type: none">- os candelabros com muitas lâmpadas podem ser belíssimas peças decorativas, mas deve saber que uma lâmpada incandescente de 100 W ilumina o mesmo do que seis lâmpadas de 25W, mas estas últimas consomem mais energia;- as lâmpadas de tungsténio-halogénio duram mais do que as lâmpadas tradicionais mas devido ao tipo de luz que difundem são mais adequadas para iluminar apenas pontos muito exactos, como a bancada da cozinha ou a mesa do escritório;- desligue as luzes sempre que não forem necessárias;- limpe regularmente todos os equipamentos de iluminação e as lâmpadas, depois de as ter desligado da corrente, para evitar perdas de luminosidade;- se pintar o tecto e as paredes com cores claras poderá ter melhor resultados em termos de luminosidade.
--	---

2.4. Microgeração

A microgeração, ou microprodução como também é chamada, consiste na produção de energia em pequena escala, utilizando equipamentos de energias renováveis ligados à rede pública (Alves, 2008; T. A. Duarte, 2010; Madeira & Gomes, 2007; PROTESTE, 2008) (cf. Figuras 8 e 9).

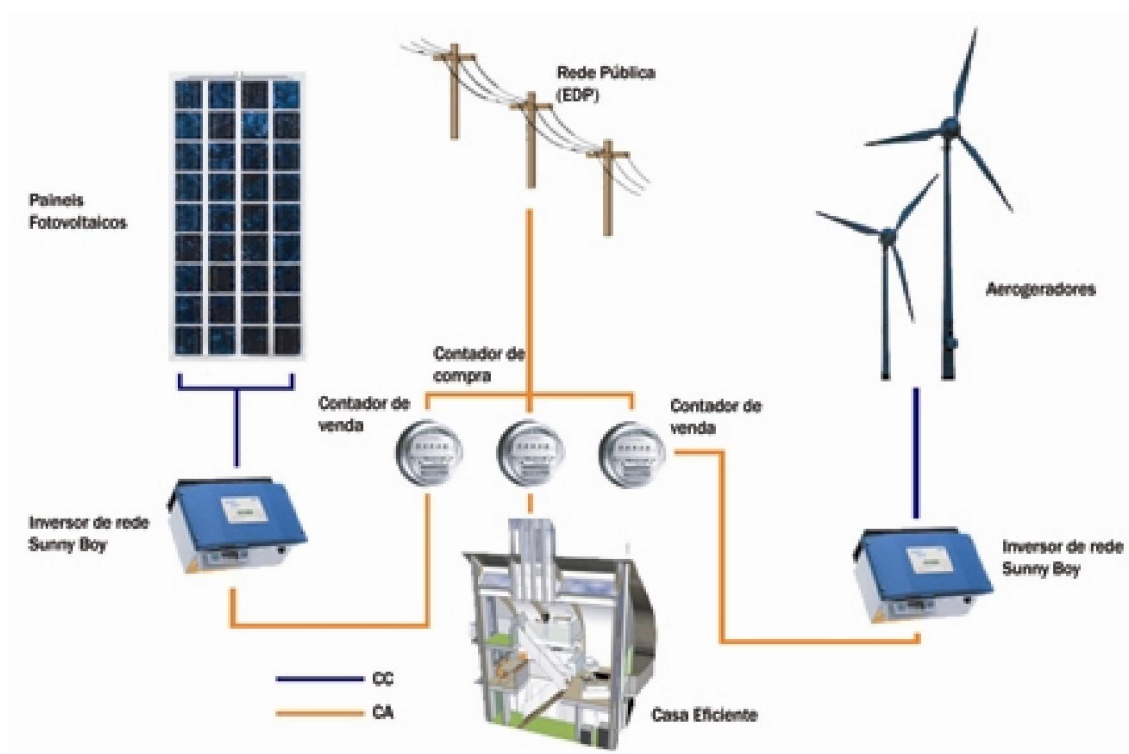


Figura 8 – Microgeração.

Fonte: <http://www.enernatura.pt/webenernatura/microgeracao.php>

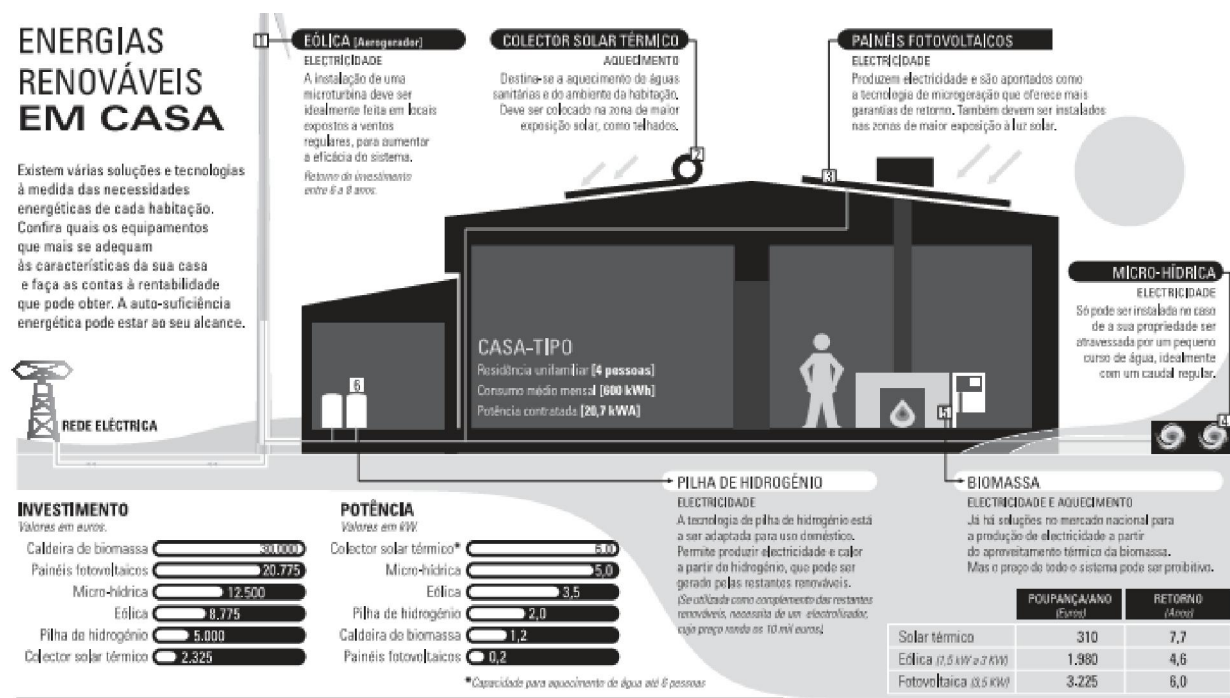


Figura 9 – Energias renováveis em casa.

Fonte: Madeira e Gomes (2007).

A microgeração está enquadrada no Decreto-Lei n.º 363/2007 do dia 2 de Novembro que estabelece um regime simplificado aplicável à microgeração de electricidade (renováveis na hora).

A expansão deste sistema de produção de energia depende de alguns factores, como por exemplo, da evolução das tecnologias de microgeração, das questões económicas, da regulamentação, das modificações a nível dos comportamentos, assim como, da aceitação por parte dos consumidores (T. A. Duarte, 2010; Sousa, 2009) (cf. Figura 10).

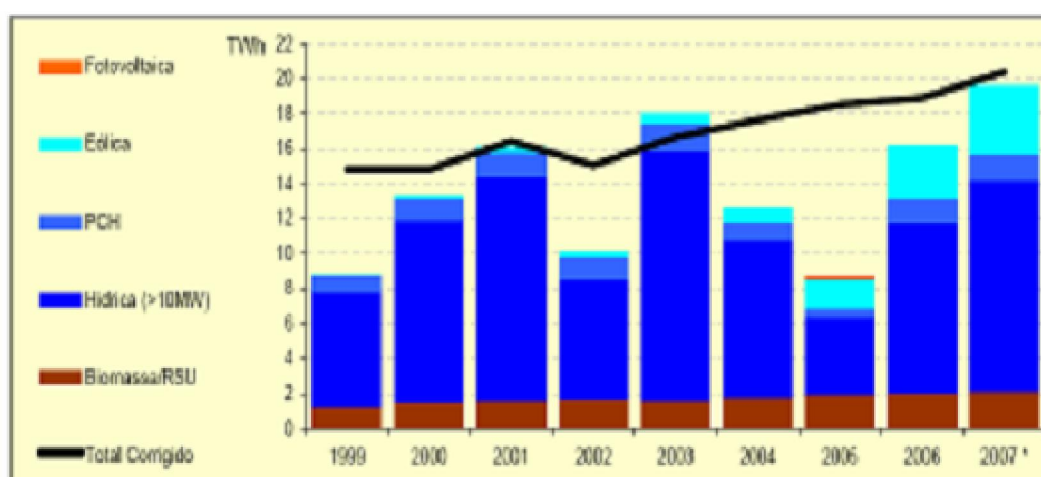


Figura 10 – Evolução da energia a partir de fontes renováveis em Portugal.

Fonte: Pires e Pincante (2007)

A microgeração representa um papel essencial no desenvolvimento de um sistema de energia, tanto seguro como sustentável, sendo que a grande vantagem deste sistema passa por diminuir a dependência energética em relação a outros países e por reduzir o consumo de combustíveis fósseis para satisfazer as necessidades energéticas. Através desta redução no consumo de combustíveis fósseis, permite diminuir o impacto ambiental e ainda a diminuição de gases tóxicos para atmosfera (FORUM, 2001; Joyce, Capela, & Vieira, 2004; Mafalda, 2010).

Outro ponto positivo passa pela segurança e pela fiabilidade no abastecimento, ou seja, uma vez que os consumidores produzem uma parte da energia que necessitam, quando existir alguma falha na rede, o fornecimento de energia não será afectado, ou em menor dimensão (Albano, 2009).

É de salientar que, em zonas isoladas e sem acesso à energia eléctrica, a microgeração poderá ser uma alternativa de baixo custo para prover este sítio de energia eléctrica (Alves, 2008).

A expansão deste tipo de sistema possibilita também a criação de postos de trabalho, através da criação de oportunidades de negócio, quer para os que produzem como para os que comercializam bens de equipamentos e elementos do ramo eléctrico. Os recursos humanos também são necessários para produzir os equipamentos e componentes, para os vender, instalar e fazer a respectiva manutenção (Nascimento, 2008).

Outra vantagem passa pelo facto do consumidor final poder ser também produtor, incrementando a autonomia e a tomada de decisão perante as obrigações impostas pelos fornecedores de energia (Nascimento, 2008).

A microgeração possibilita ainda a redução da factura energética dos cidadãos, podendo ser entendida como um modo de fomentar a responsabilidade dos mesmos face ao interesse comum (Assunção, 2008).

Contudo, este sistema de produção de energia apresenta algumas limitações, que podem constituir obstáculos para a progressão da instalação de sistemas de microgeração, como por exemplo, barreiras ao nível da integração na rede, falhas na fase de planeamento e ainda peso da burocracia relacionado com o processo de licenciamento. Outra limitação apontada passa por questões económicas, devido aos elevados custos associados ao investimento inicial.

Também a ausência de informação ou falhas de informação surge indicada como um impedimento à microgeração, bem como os procedimentos legais e burocráticos necessários para se poder produzir energia.

Após uma apresentação sucinta do que trata a microgeração e as suas vantagens e desvantagens, apresentamos uma breve descrição da certificação de uma unidade de microprodução (cf. Figura 11).

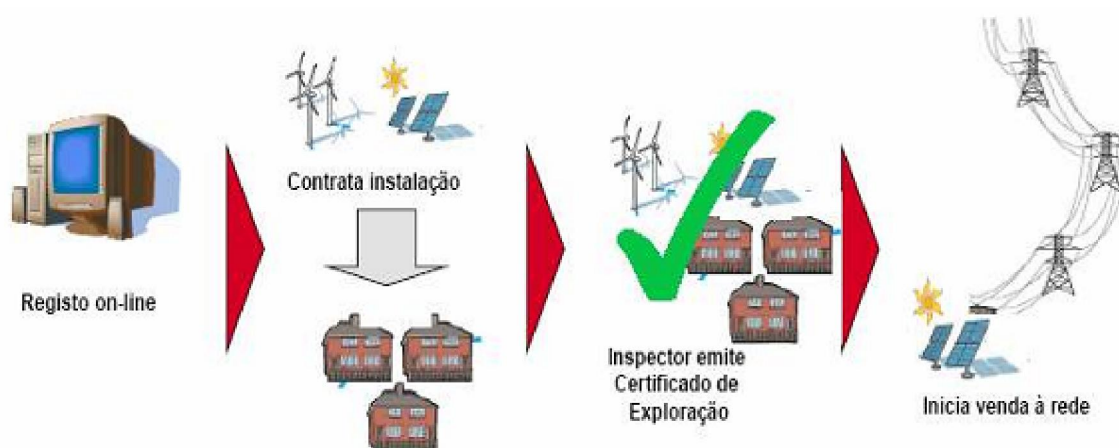


Figura 11 – Passos a realizar para ser produtor.

Fonte: Pires e Pincante (2007).

De modo a ajudar os possíveis microprodutores na certificação de uma instalação de microprodução, apresentamos de seguida alguma informação necessária para este processo. Num primeiro momento é preciso ter em atenção alguns conceitos e elementos que são explicitados na Tabela seguinte (cf. Tabela 11).

Tabela 11 – Conceitos e elementos relacionado com a Microprodução.

Fonte: www.renovaveisnagora.pt

Conceitos e elementos presentes na certificação de uma unidade de microprodução	
Instalação de Microprodução	Uma Unidade de microprodução do grupo I corresponde a uma instalação de produção de electricidade monofásica, em baixa tensão, com potência de ligação até 5,75 kW.
Produtor	Entidade que produz electricidade por intermédio da unidade de microprodução. Podem ser produtores de electricidade todas as entidades que disponham de um contrato de compra e venda de electricidade em Baixa Tensão.
SRM	É o Sistema de Registo de Microprodução que através da utilização de uma plataforma informática permite que um produtor registe e certifique a sua unidade de microprodução.
Potência de ligação	Potência máxima em kW, que o produtor pode injectar na Rede Eléctrica de Serviço Público.

Tipo de energia	<p><u>Fonte de energia de tecnologia renovável:</u> Solar; Eólica; Hídrica; Cogeração a biomassa; Pilhas de combustível com base em hidrogénio; Combinação das fontes de energias anteriores;</p> <p><u>Fonte de energia de tecnologia não renovável:</u> Cogeração com base em fontes de energia não renovável.</p>
Potência contratada	Limite da potência estabelecida no dispositivo controlador da potência de consumo.
Condomínio	Entende-se por “condomínio” as zonas de circulação de edifícios de uso colectivo, quer estejam ou não constituídas em regime de propriedade horizontal. A instalação eléctrica estabelecida no condomínio designa-se por instalação de serviços comuns.
RESP	Rede Eléctrica de Serviço Público.
Comercializador	Entidade titular da licença de comercialização de electricidade.
Comercializador de último recurso	Entidade titular da licença de comercialização de electricidade sujeita a obrigações de serviço universal.

No que diz respeito ao regime remuneratório geral este é aplicado a todas as entidades com acesso à actividade de microprodução e regem-se pelas seguintes condições.

- Potência de ligação limitada a 50% da potência contratada com um máximo de 5,75kW no caso de instalações não integradas em condomínios, situação em que esta limitação não é considerada;
- Instalações de microprodução integradas num condomínio, onde não foi realizada auditoria energética ou não foram implementadas as medidas de eficiência energética identificadas na auditoria;
- Restantes instalações onde não foram instalados colectores solares térmicos para aquecimento de água na instalação de consumo, com uma área mínima de 2m² da área de colector,

caso não esteja prevista a instalação de cogeração a biomassa a qual a existir deverá estar integrada no aquecimento do edifício;

- Produção de energia por cogeração com base em energia não renovável;
- Tarifa de venda aplicável é coincidente com a tarifa aplicada na instalação de consumo.

As condições de acesso para o regime bonificado também são aplicadas a todas as entidades e são as seguintes:

- Limite anual de potência de ligação registada

ü A potência de ligação registada é sujeita a um limite anual que no ano de 2008 é de 10MW;

ü O valor anual da potência de ligação registada é acrescido anual e sucessivamente, em 20% de acordo com a figura seguinte:

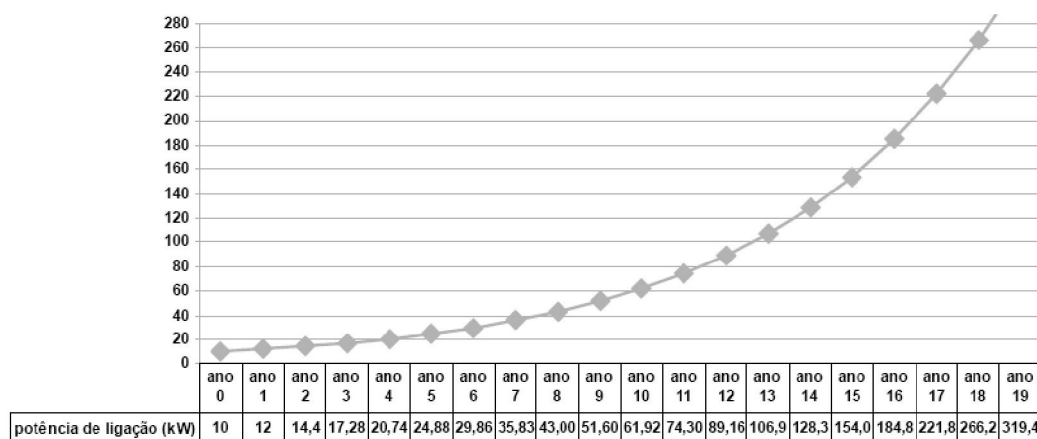


Figura 12 – Valor anual da potência de ligação registada

Fonte: www.renovaveisnagora.pt

ü As instalações registadas a partir da data em que o limite da potência de ligação registada para um dado ano tenha sido atingido, só terão acesso ao regime geral.

• Tarifa de referência no ano de 2008 (é função da tecnologia de energia utilizada, ou da combinação de tecnologias utilizadas) e os valores encontram-se na tabela seguinte:

Tabela 12 – Tarifa de referência no ano de 2008.

Fonte: www.renovaveisnahaora.pt

Unidade de microprodução com uma única tecnologia de energia	Tarifa (€/kWh)
Solar	0.6500
Eólica	0.4550
Hídrica	0.1950
Cogeração a biomassa	0.1950
Pilhas de combustível	Tarifa aplicável à tecnologia renovável utilizada na produção de Hidrogénio

Tabela 13 – Unidade de microprodução com combinação de tecnologias de energia.

Fonte: www.renovaveisnahaora.pt

Unidade de microprodução com combinação de tecnologias de energia
A tarifa aplicada é a média ponderada das percentagens individuais correspondentes às diferentes tecnologias utilizadas

• Evolução da tarifa de referência

ü Ano da Instalação

Para efeitos de cálculo da evolução da tarifa informa-se que, a interpretação a dar à expressão "no ano da instalação", no contexto do n.º1 do Artigo 11.º do Decreto-Lei n.º

363/2007, de 2 de Novembro, corresponde precisamente à data e hora do registo da instalação efectuada pelo candidato a Microprodutor aquando da respectiva candidatura (Registo provisório previsto no n.º 2 do Art.º 13.º).

Para efeito da contagem do tempo em que se garante a tarifa única de referência, o "ano da instalação" (ano zero) é o ano em que a Unidade de Microprodução foi ligada à rede pública.

A tarifa de referência aplicável aos primeiros 10MW de potência de ligação registada, a nível nacional (Continente e Regiões Autónomas), é de €0.65/kWh;

ü Por cada 10MW adicionais de potência de ligação registada, a nível nacional, a tarifa de referência é sucessivamente reduzida de 5%;

ü No ano de ligação da instalação e nos cinco anos civis seguintes é garantida ao produtor a tarifa de referência em vigor na data de ligação;

ü Após os cinco primeiros anos civis (excluído o ano de ligação da instalação) de aplicação da tarifa garantida ao produtor, a tarifa de referência a aplicar no período adicional de dez anos será a tarifa de referência que vigorar a 1 de Janeiro, de cada ano, para as novas instalações a ligar à rede;

ü Findo o período adicional de 10 anos referido no número anterior, aplica-se a tarifa do regime geral em vigor;

ü Na figura seguinte encontra-se a evolução da tarifa tendo por base os pressupostos de que a potência de ligação máxima é atingida anualmente:

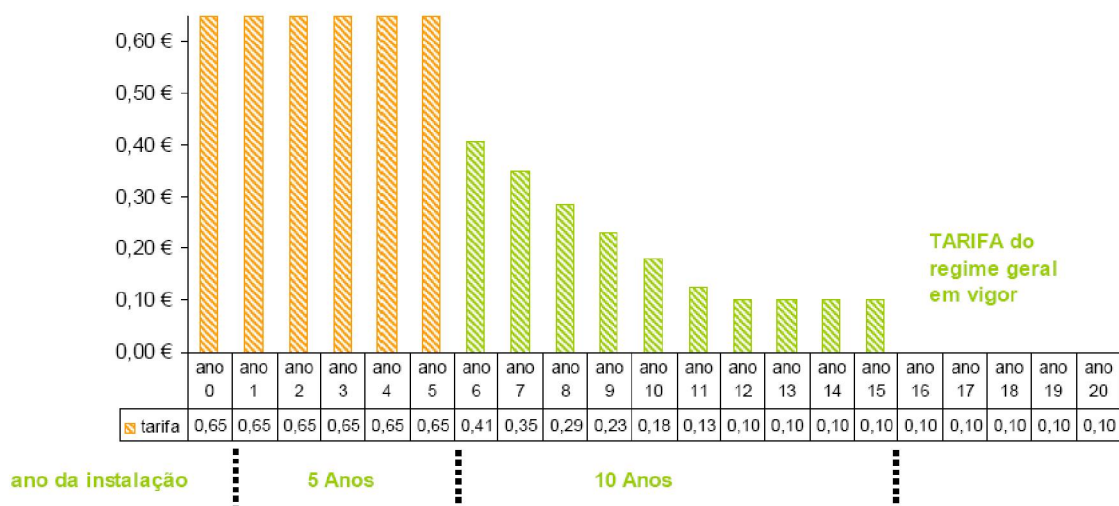


Figura 13 – Evolução da tarifa.

Fonte: www.renovaveisnagora.pt

- Cálculo do valor da tarifa de venda de energia

ü A fórmula de cálculo a aplicar para obtenção da tarifa de venda (T_v) de energia do produtor ao comercializador tem por base a média ponderada das percentagens individuais de cada fonte de energia utilizada, considerando como factor de ponderação os limites máximos anuais da energia vendida por tipo de produção, LMEPS (produção solar) e LMERP (restantes produções), como se pode observar na figura seguinte:

$$T_v = \frac{LME_{PS}(T_R \times P_S) + LME_{RP}[0,7(T_R \times P_E) + 0,3T_R(P_H + P_B)]}{LME_{PS}P_S + LME_{RP}(P_E + P_H + P_B)}$$

T_R – Tarifa de referência
 P_S – Potência solar
 P_E – Potência eólica
 P_H – Potência hídrica
 P_B – Potência biomassa

Figura 14 – Cálculo do valor da tarifa de venda de energia.

Fonte: www.renovaveisnagora.pt

E considerando nulas PH (produção hídrica) e PB (Produção de biomassa) e que os limites de produção fixados são:

LME_{PS} (produção solar) = 2,4 MW/ano por kW instalado
 LME_{RP} (restantes produções) = 4,0 MW/ano por kW instalado

$$T_V = \frac{LME_{PS}(T_R \times P_S) + LME_{RP}[0,7(T_R \times P_E)]}{LME_{PS}P_S + LME_{RP}(P_E)}$$

Figura 15 – Cálculo do valor da tarifa de venda de energia.

Fonte: www.renovaveisnagora.pt

- Condições de acesso ao regime bonificado

ü No caso de uma instalação não integrada num condomínio:

ØA potência de ligação é limitada a 50% da potência contratada, com um máximo de 3,68kW;

ØInstalação de colectores solares térmicos para aquecimento de água na instalação de consumo, com uma área de 2m² de área de colector, caso não esteja prevista a instalação de cogeração a biomassa a qual a existir deverá estar integrada no aquecimento do edifício;

ØLimite anual de potência de ligação registada, a nível nacional, não tenha sido excedido.

ü No caso de uma instalação integrada num condomínio:

ØA potência de ligação é limitada a um máximo de 3,68 kW;

ØFoi realizada auditoria energética e implementadas as medidas de eficiência energética identificadas, no âmbito da realização da mesma;

ØLimite anual de potência de ligação registada, a nível nacional, não tenha sido excedido.

Para proceder ao SRM, o produtor deve registar-se, em “Registo do Produtor” utilizando o formulário disponível e onde deve indicar alguns dados, como por exemplo, identificação do produtor, morada, e-mail, número de contribuinte, entre outros. No caso de entidade instaladoras, o procedimento é semelhante e também deve inscrever-se utilizando um formulário e onde devem ser indicados alguns dados, tais como, nome, morada, localidade, código de postal, telefone, número de contribuinte, número de alvará e prazo do mesmo, e-mail, entre outros.

Para o registo da unidade de microprodução no SRM devem ser seguidos os seguintes pontos:

- O produtor deverá efectuar o seu pedido de registo da unidade de microprodução fornecendo a informação solicitada no SRM (nome, telefone, Código do Ponto de Entrega, identificação do comercializador);
- Dados técnicos da instalação da microprodução;
- Validação do SRM.

Após a validação por parte do SRM é feito o pedido de certificado de exploração, o pedido de reinspecção (caso a inspecção não tenha conduzido à certificação da instalação da unidade de microprodução).

Posteriormente, o SRM informa o comercializador de energia da certificação da instalação de microprodução para que possa ser feito o contrato de compra e venda de electricidade com o comercializador. Nas figuras seguintes encontram-se dados estatísticos referentes aos pedidos de inspecção.

Fase	Data	Registos Efectuados		Registos Pagos		Registos com Pedido de Inspeção		Registos pedidos inspeção / Registos efectuados	
		Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	% Qtd	% Potência
1	02-04-2008	657	2260,74	374	1306,75	262	920,93	39,88%	40,74%
2	05-05-2008	700	2263,81	395	1369,01	287	993,99	41,00%	43,91%
3	09-06-2008	641	2164,86	365	1271,28	229	798,89	35,73%	36,90%
4	07-07-2008	766	2700,54	394	1391,05	234	817,56	30,55%	30,27%
5	09-09-2008	581	1991,4	342	1164,64	234	810	40,28%	40,67%
6	02-10-2008	777	2656,95	486	1690,6	330	1154,66	42,47%	43,46%
7	29-10-2008	817	2816,33	453	1588,05	344	1209,62	42,11%	42,95%
8	27-11-2008	829	2917,81	436	1543,1	364	1287,01	43,91%	44,11%
9	21-01-2009	816	2866,78	493	1733,78	421	1479,89	51,59%	51,62%
10	17-02-2009	754	2656,5	465	1655,95	370	1311,8	49,07%	49,38%
Total Acumulado		7338	25295,72	4203	14714,21	3075	10784,35	41,91%	42,63%

Figura 16 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,65/kWh).

Fonte: www.renovaveisnadora.pt

Fase	Data	Registos Efectuados		Registos Pagos		Registos com Pedido de Inspeção		Registos pedidos inspeção / Registos efectuados	
		Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	% Qtd	% Potência
1	07-04-2009	1093	3885,46	744	2654,57	620	2211,43	56,72%	56,92%
2	05-06-2009	980	3487,68	659	2341,18	591	2096,55	60,31%	60,11%
3	10-07-2009	916	3255,73	677	2411,74	599	2136,35	65,39%	65,62%
4	07-09-2009	981	3482,81	772	2740,18	693	2461,31	70,64%	70,67%
5	02-11-2009	1021	3630,95	837	2985,77	796	2839,96	77,96%	78,22%
6	09-12-2009	725	2586,53	606	2159,12	553	1969,48	76,28%	76,14%
Total Acumulado		5716	20329,16	4295	15292,56	3852	13715,08	67,39%	67,47%

Figura 17 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,6175/kWh).

Fonte: www.renovaveisnadora.pt

Fase	Data	Registos Efectuados		Registos Pagos		Registos com Pedido de Inspeção		Registos pedidos inspeção / Registos efectuados	
		Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	% Qtd	% Potência
1	17-02-2010	1000	3562,8	804	2863,48	754	2683,85	75,40%	75,33%
2	17-02-2010	1001	3572,76	775	2761,81	740	2637,65	73,93%	73,83%
3	18-02-2010	1003	3556,95	728	2577,72	673	2387,25	67,10%	67,12%
Total Acumulado		3004	10692,51	2307	8203,01	2167	7708,75	72,14%	72,09%

Figura 18 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,5866/kWh).

Fonte: www.renovaveisnadora.pt

Fase	Data	Registos Efectuados		Registos Pagos		Registos com Pedido de Inspeção		Registos pedidos inspeção / Registos efectuados	
		Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	% Qtd	% Potência
1	18-02-2010	904	3193,02	586	2081,23	333	1177,15	36,84%	36,87%
2	19-02-2010	685	2424,39	362	1280,23	185	658,02	27,01%	27,14%
3	19-02-2010	941	3261,84	252	875,48	112	391,02	11,90%	11,99%
Total Acumulado		2530	8879,25	1200	4236,94	630	2226,19	24,90%	25,07%

Figura 19 – Regime Bonificado (tarifa de referência = € 0,5573/kWh).

Fonte: www.renovaveisnadora.pt

Registos Efectuados		Registos Pagos		Registos com Pedido de Inspeção		Registos pedidos inspeção / Registos efectuados	
Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	Qtd	Potência (kW)	% Qtd	% Potência
273	1006,34	34	142,29	23	95,05	8,42%	9,45%

Figura 20 – Regime Geral.

Fonte: www.renovaveisnadora.pt

É de salientar que todos os equipamentos eléctricos integrados num sistema de microprodução devem estar de acordo com a directiva D.L. n.º6/2008, de 10 de Janeiro.

Caso exista uma alteração de produtor, depois da entrada em exploração da instalação, devem ser mantidas as características técnicas do sistema de microprodução. Perante uma alteração da instalação deve ser feito um novo registo no SRM.

No que diz respeito à ligação da unidade de microprodução à RESP e à selagem do contador de produção estas são feitas pelo operador, contudo é da responsabilidade do produtor o estabelecimento das condições que permitam a execução dessa ligação, bem como possíveis prejuízos que provenham da ligação.

De forma sucinta, apresentamos os passos fundamentais para o registo da unidade de microprodução (cf. Figura 21).

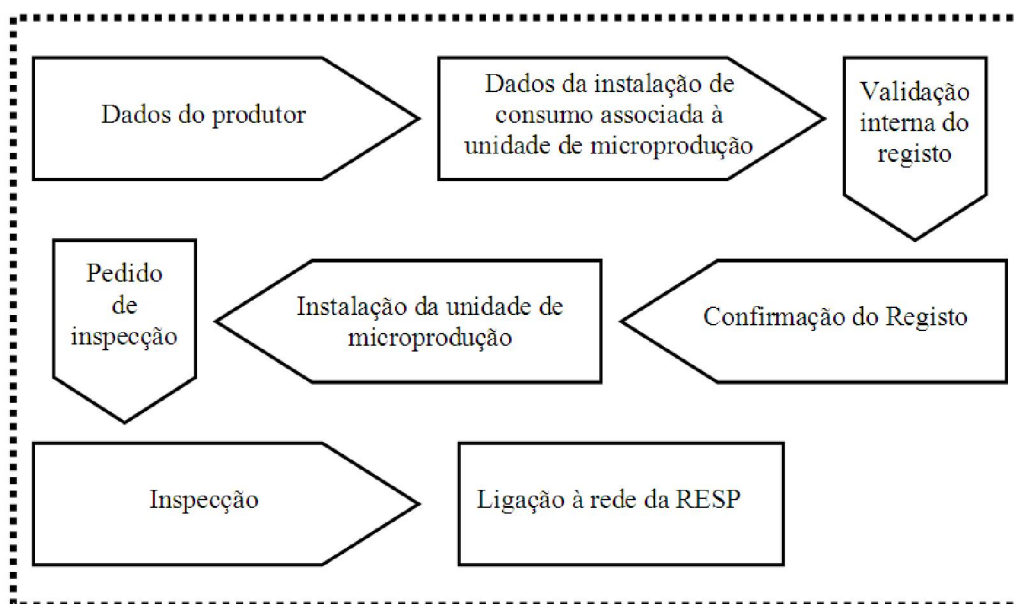


Figura 21 - Passos fundamentais para o registo da unidade de microprodução.

2.5. Enquadramento legal, regulamentos e normas portuguesas aplicadas às Energias Renováveis

Portugal é um país que possui bons níveis de radiação solar, apresentando também bons níveis médios de velocidade de vento na maioria das zonas.

Neste sentido, a produção de energia eléctrica, quer a partir de parques eólicos e solares, quer a partir das médias e pequenas instalações de energia, pode ser uma alternativa para minimizar a dependência que Portugal tem com outros países. Assim, a contribuição proveniente destas instalações de energia renovável possibilita a Portugal cumprir os compromissos assumidos aquando da assinatura do Protocolo de Quioto.

Contudo, a escassa informação sobre legislação pode impedir iniciativas no crescimento das energias alternativas e, conseqüentemente, na melhoria no ambiente. Posto isto, apresentamos o enquadramento legal das Energias Renováveis, de modo a clarificar a legislação vigente (Moreira, Martins, & Afonso, 2004).

- Portaria n.º 464/1986, de 25 de Agosto: Esta portaria aprova o regulamento para a concessão das participações financeiras no sistema de estímulos à utilização racional de energia e ao desenvolvimento de novas formas de energia.
- Decreto-Lei n.º 189/1988, de 27 de Maio: Este decreto estabelece o regime de produção de energia eléctrica por produtores independentes, no âmbito das energias renováveis.
- Decreto-Lei n.º 40/1990, de 6 de Fevereiro: O 'Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios' (RCCTE) constitui uma primeira base regulamentar que visa directamente a melhoria da qualidade térmica da envolvente dos edifícios, no sentido da "melhoria das condições de conforto sem acréscimo do consumo de energia".
- Portaria n.º 416/1990, de 6 de Junho: Esta portaria aprova o contrato-tipo para compra de energia eléctrica pela EDP a produtores independentes, ao abrigo do decreto-lei n.º 189/88, de 27 de Maio.

- Decisão do Conselho n.º 94/806/CE, de 23 de Novembro: Esta decisão adopta um programa específico de 'investigação', desenvolvimento tecnológico e demonstração no domínio da energia não nuclear (1994-1998).
- Portaria n.º 1058/1994, de 2 de Dezembro: Esta portaria veio fazer, alguns ajustamentos na portaria n.º 286/93, de 12 de Março, editada ao abrigo do decreto-lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, particularmente no que se refere à inclusão no seu anexo VI de um n.º 12 especificamente aplicável à co-geração.
- Despacho Normativo n.º 11-B/1995, de 6 de Março: Este despacho regulamenta o domínio de intervenção relativo ao aproveitamento do potencial endógeno por utilização de energias renováveis.
- Decreto-Lei n.º 313/1995, de 24 de Novembro: Pelo presente diploma reforça-se a importância conferida à política de valorização dos recursos energéticos nacionais, com acento na sua utilização integrada.
- Decreto-Lei n.º 239 /1997, de 9 de Setembro: A nova lei dos resíduos reafirma o princípio da responsabilidade do produtor pelos resíduos que produza e introduz um mecanismo autónomo de autorização prévia das operações de gestão de resíduos, que não se confunde com o licenciamento das actividades em que, por vezes, tais operações se integram, como sucede, no caso dos resíduos industriais, com o licenciamento industrial.
- Despacho Normativo n.º 17/1998, de 18 de Março: Este despacho altera o despacho normativo n.º 11-B/95 - utilização racional de energia - energias renováveis.
- Despacho Normativo n.º 21/1998, de 19 de Março: O presente despacho altera o despacho normativo n.º 11-E/95 - utilização racional de energia - demonstração e disseminação de novas formas de produção, conversão e utilização de energia.

- Decreto-Lei n.º 118/1998, de 7 de Maio: O 'Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios' (RSECE) visa fundamentalmente os edifícios que possuem sistemas de forma a melhorar a sua eficiência energética. Este regulamento estabelece um conjunto de regras, de modo que 'as exigências de conforto e de qualidade do ambiente impostas no interior dos edifícios possam vir a ser asseguradas em condições de eficiência energética'.
- Decreto-Lei n.º 273/1998, de 2 de Setembro: O presente decreto-lei consagra o quadro legislativo existente e opera a transposição para direito interno da directiva n.º 94/67/CE, do Conselho de 16 de Dezembro de 1994, relativa à incineração de resíduos perigosos, alterando o n.º 11.2 do anexo VI da portaria n.º 286/93, de 12 de Março, por forma que sejam transpostas as disposições constantes desta directiva no que respeita à poluição atmosférica.
- Decreto-Lei n.º 168/99. DR 115/99 SÉRIE I-A: Revê o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do Sistema Eléctrico Independente, que se baseie na utilização de recursos renováveis ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos. Dá nova redacção aos artigos 1.º, 7.º, 9.º, 22.º e 27.º do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, que estabelece o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do Sistema Eléctrico Independente, que se baseie na utilização de recursos renováveis ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 313/95, de 24 de Novembro. Aprova os anexos I e II, previstos na redacção dada, pelo presente diploma, aos artigos 7.º e 22.º do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio. Revoga os artigos 10.º, 11.º, 19.º, 23.º e 26.º do referido Decreto-Lei, com a redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 313/95, de 24 de Novembro.
- Decreto-Lei n.º 168/1999, de 18 de Maio: Este decreto altera algumas disposições do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio e procede à sua republicação.
- Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio: Neste decreto merece especial destaque, dentre outras inovações do diploma, a faculdade de o proponente de um projecto público ou privado poder apresentar, junto da autoridade

competente para a avaliação do impacte ambiental, uma proposta de definição do âmbito do Estudo de Impacte Ambiental (EIA). Com este processo simplificado pretende-se assegurar, à partida, que o respectivo EIA vai abranger os aspectos considerados necessários à correcta avaliação dos potenciais impactes, assim se procurando um ganho, em tempo e custos, para todas as partes envolvidas no processo. Finalmente, no âmbito da consulta pública promovida a propósito deste projecto, foi possível recolher um importante acervo de contributos, quer da parte das instituições, quer dos agentes privados envolvidos, o que permitiu encontrar soluções mais adequadas para este instrumento, que se pretende eficaz e transparente.

- Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro: O presente diploma pretende, enquadrar e dar resposta ao problema da poluição sonora, em desenvolvimento do regime jurídico estabelecido na lei n.º 11/87, de 7 de Abril (Lei de Bases do Ambiente).

- Despacho n.º 11 091/2001, de 25 de Maio - Energia Fotovoltaica: Na sequência deste despacho e nos casos em que for considerado necessário o esclarecimento mais detalhado dos procedimentos relevantes, nomeadamente em matérias de áreas classificadas, serão produzidos despachos sectoriais relativos aos diferentes tipos de energias renováveis.

- Directiva n.º 2001/77/CE: Relativa à promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 152/2001, de 11 de Outubro: Neste Conselho, a existência de uma Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB) é, reconhecidamente, um instrumento fundamental para a prossecução de uma política integrada num domínio cada vez mais importante da política de ambiente, e imprescindível para a própria estratégia de desenvolvimento sustentável.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001, de 19 de Outubro: Neste Conselho, a valorização das energias endógenas oferece um potencial que permitirá quase duplicar a potência actualmente disponível, a explorar sob as

formas eólica, hídrica, biomassa, solar (fotovoltaica e térmica) e também de energia das ondas, num horizonte de 10 a 15 anos, podendo acarretar um impulso na actividade económica do País, que poderá ser estimada como envolvendo um investimento da ordem dos 5000 milhões de Euros. Esta orientação encontra-se em sintonia com os objectivos da União Europeia na matéria, consagrados em diversos documentos, nomeadamente na recente directiva relativa à promoção da electricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia. Assim, nos termos da alínea g) do artigo 199.º da Constituição, o Conselho de Ministros resolve: Aprovar o Programa E4, Eficiência Energética e Energias Endógenas, com os seus objectivos e medidas.

- Decreto-Lei n.º 314/2001, de 10 de Dezembro: A criação da Agência para a Energia, através do Decreto-Lei n.º 223/2000, de 9 de Setembro, constituiu uma decisão com vista a potenciar a capacidade de actuação nacional em benefício das políticas relativas à melhoria da eficiência energética nacional e de um maior aproveitamento dos recursos endógenos. Pretende-se, também, através da agência induzir junto dos consumidores uma atitude de mudança face às questões energéticas, uma vez que a gestão racional e diversificada da procura é uma condição essencial à alteração sustentada do perfil energético do País, a par da dinamização e apoio às entidades que têm uma intervenção concreta, institucional ou privada a nível regional e local nestas matérias. Por forma a atingir os objectivos definidos e tendo em conta a experiência colhida desde a criação da Agência para a Energia, o Governo entende proceder às alterações ao referido Decreto-Lei n.º 223/2000, de 9 de Setembro, ajustando-o à satisfação das linhas de rumo atrás enunciadas.

- Decreto-Lei n.º 312 /2001, de 10 de Dezembro: Este decreto define o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente.

- Decreto-Lei n.º DR 284 SÉRIE I-A: Define o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente. Revoga: (i) As disposições do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de

Maio, na redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio, quando aplicáveis à informação, gestão, atribuição e caducidade dos pontos de recepção, nomeadamente as previstas nos artigos 2.º, 5.º, 7.º, e 8.º do anexo I do referido diploma; (ii) As disposições do Decreto-Lei n.º 538/99, de 13 de Dezembro, quando aplicáveis à informação, gestão, atribuição e caducidade dos pontos de recepção, nomeadamente as previstas nos artigos 14.º, 16.º, 18.º e 19.º do mesmo diploma.

- Decreto-Legislativo Regional n.º 29/2001/M, de 20 de Dezembro: O presente decreto cria o Sistema de Incentivos à Energia Solar Térmica para o Sector Residencial (SIEST).

- Decreto-Lei n.º 339-C/2001, de 29 de Dezembro: Este decreto altera o Decreto-Lei n.º 68/99, de 18 de Maio, que revê o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do sistema eléctrico independente.

- Despacho n.º 4451/2002, de 13 de Fevereiro: O presente despacho clarifica a determinação relativa ao número de horas de funcionamento referida no n.º 18, alínea a), do anexo II, ao Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio, com a redacção dada pelo artigo 2.º do decreto-lei n.º 339-C/2001.

- Despacho n.º 6993/2002, de 15 de Março: Este despacho estabelece nova metodologia para a facturação energética.

- Portaria n.º 295/2002, de 19 de Março: Nesta portaria foi ouvida a Associação Portuguesa de Produtores Independentes de Energia Eléctrica de Fontes Renováveis (APREN).

- Portaria n.º 383/2002, de 10 de Abril: Esta portaria alterou a portaria n.º 198/2001, de 13 de Março, na redacção que lhe foi dada pela portaria n.º 1219/2001, de 23 de Outubro - Regulamento de Execução da MAPE (“Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos”).

- Despacho n.º 9148/2002, de 15 de Abril: Este despacho clarifica a interpretação dos procedimentos previstos no Decreto-Lei n.º 312/2001, de 10 de Dezembro, relativos à instrução dos pedidos de atribuição do ponto de recepção de energia eléctrica.
- Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio: O Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios tem como princípios orientadores a harmonização, à luz da normalização europeia, das grandezas características do desempenho acústico dos edifícios e respectivos índices e a quantificação dos requisitos, atendendo, simultaneamente, quer à satisfação das exigências funcionais de qualidade dos edifícios, quer à contenção de custos inerentes à execução das soluções necessárias à sua verificação.
- Portaria n.º 764/2002, de 1 de Julho: Produção de energia eléctrica – Baixa Tensão – Tarifário.
- Directiva 2003/30/CE: Relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes.
- Despacho conjunto n.º 51/2004. DR 26 SÉRIE II: Estabelece um conjunto de orientações, regras e procedimentos técnico-administrativos para o desenvolvimento do licenciamento de projectos de produção de electricidade a partir de Fontes de Energia Renováveis (FER). Aplica-se, salvo disposição em contrário, à produção de electricidade a partir das seguintes FER: eólica, hídrica, biomassa, biogás, ondas e fotovoltaica, sendo que no caso dos aproveitamentos hidroeléctricos com potência instalada até 10 MW (pequenas centrais hidroeléctricas ou PCH) se aplica apenas a tudo o que não contradiga a Portaria n.º 295/2002, de 19 de Março. Revoga: (i) O Despacho n.º 11 091/2001, de 4 de Maio; (ii) O Despacho n.º 12 006/2001, de 4 de Maio; (iii) O Despacho n.º 583/2001, de 11 de Junho.
- Portaria n.º 1451/2004: Estabelece normas relativas às condições de emissão de certificado de aptidão profissional (CAP) e de homologação dos respectivos cursos de formação profissional relativas ao perfil profissional de técnico(a) instalador(a) de sistemas solares térmicos.

- Decreto-Lei n.º 33-A/2005. DR 33 SÉRIE I-A 1.º SUPLEMENTO: Altera o anexo II do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, procedendo à revisão dos factores para cálculo do valor da remuneração pelo fornecimento da energia produzida em centrais renováveis entregue à rede do Sistema Eléctrico Português (SEP) e definindo procedimentos para atribuição de potência disponível na mesma rede e os prazos para obtenção da licença de estabelecimento para centrais renováveis. Dá nova redacção ao artigo 14.º (Atribuição de potência através de procedimento concursal) do Decreto-Lei n.º 312/2001, de 10 de Dezembro.
- Declaração de Rectificação n.º 29/2005. DR 74 SÉRIE I-A: De ter sido rectificado o Decreto-Lei n.º 33-A/2005, do Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, que altera o Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, revendo os factores para cálculo do valor da remuneração pelo fornecimento da energia produzida em centrais renováveis entregue à rede do sistema eléctrico português (SEP) e definindo procedimentos para atribuição de potência disponível na mesma rede e prazos para obtenção da licença de estabelecimento para centrais renováveis, publicado no Diário da República, 1ª série, n.º 33 (suplemento), de 16 de Fevereiro de 2005.
- Despacho n.º 11377/2005: Alarga-se a 2008, inclusive, a capacidade disponível na rede do SEP para os pedidos de informação prévia relativos a biogás apresentados em Janeiro de 2005.
- Comunicação da Comissão de 7.12.2005 – Plano de Acção Biomassa: Abordagem coordenada da política da biomassa. Utilização da biomassa para aquecimento, para produção de electricidade e para produção de biocombustíveis no sector dos transportes. Questões transversais.
- Lei n.º 58/2005. DR 249 SÉRIE I-A: Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

- Decreto-Lei n.º 62/2006: Transpõe a Directiva n.º 2003/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio, relativa à utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes, insere-se na estratégia da União Europeia de, até ao ano de 2020, substituir 20% dos combustíveis derivados do petróleo usados no transporte rodoviário por biocombustíveis ou combustíveis alternativos.
- Decreto-Lei n.º 66/2006: Altera o Código dos Impostos Especiais de Consumo, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 566/99, de 22 de Dezembro, consagrando isenção parcial e total do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) aos biocombustíveis, quando incorporados na gasolina e no gasóleo, utilizados nos transportes.
- Portaria n.º 1391-A/2006: Fixa as regras relativas à concessão de isenção do imposto sobre os produtos petrolíferos energéticos relativamente aos biocombustíveis.
- Portaria n.º 561/2006: Altera a Portaria n.º 1451/2004, de 26 de Novembro, que estabelece normas relativas às condições de emissão de certificado de aptidão profissional (CAP) e de homologação dos respectivos cursos de formação profissional relativas ao perfil profissional de técnico(a) instalador(a) de sistemas solares térmicos.
- Portaria n.º 3-A/2007: Regulamenta o n.º 4 do artigo 71.º-A aditado ao Código dos Impostos Especiais de Consumo (CIEC) pelo Decreto-Lei n.º 66/2006, de 22 de Março, fixando o valor da isenção do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos para os biocombustíveis, e regula o processo de reconhecimento da isenção para operadores económicos de maior dimensão e pequenos produtores dedicados.
- Decreto-Lei n.º 226-A/2007. DR 105 SÉRIE I 2.º SUPLEMENTO: Estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos, criando um novo quadro de relacionamento entre o Estado e os utilizadores dos referidos recursos, no sentido de permitir um maior incentivo às actividades económicas relacionadas com a água. Define os títulos de utilização de recursos hídricos, bem como os

procedimentos e as entidades competentes para a sua atribuição e as formas de controlo, modificação e cessação dos mesmos. Estabelece, ainda, regras relativas à transmissão e transacção dos títulos de utilização de recursos hídricos entre os utilizadores. Dá nova redacção ao n.º 1 do artigo 4.º (Delimitação dos perímetros de protecção) do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro, que estabelece as normas e critérios para delimitação de perímetros de protecção para captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público. Revoga: (i) A Portaria n.º 295/2002, de 19 de Março; (ii) O Despacho Conjunto n.º 141/95, de 21 de Junho (II série), cuja revogação produz efeitos com o início da vigência de portaria prevista no presente diploma; (iii) Os artigos 6.º, 7.º e 53.º do Decreto-Lei n.º 183/95, de 27 de Julho. Prevê um regime contra-ordenacional aplicável às violações do disposto no presente diploma. Prevê, ainda, disposições transitórias quanto à aplicação do disposto no presente diploma. Determina a sua aplicação às regiões autónomas com as necessárias adaptações. Determina que todas as remissões existentes para as disposições dos capítulos III e IV do Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de Novembro, consideram-se efectuadas para as disposições correspondentes da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro e do presente Decreto-Lei.

• Decreto-Lei n.º 225/2007. DR 105 SÉRIE I: Procede à concretização de um conjunto de medidas ligadas às energias renováveis previstas na estratégia nacional para a energia, estabelecida através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro. Altera o anexo II do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, que regula a actividade de produção de energia eléctrica por pessoas singulares ou por pessoas colectivas de direito público ou privado. Dá, ainda, nova redacção aos artigos 4.º, 5.º e 6.º do Decreto-Lei n.º 33-A/2005, de 16 de Fevereiro, que procedeu à revisão dos factores para cálculo do valor da remuneração pelo fornecimento da energia produzida em centrais renováveis, entregue à rede do Sistema Eléctrico Português (SEP), bem como à definição de procedimentos para atribuição de potência disponível na mesma rede e os prazos para obtenção da licença de estabelecimento para centrais renováveis. Revoga: (i) O n.º 2 do artigo 12.º, o artigo 15.º e o n.º 3 do artigo 41.º da Portaria n.º 295/2002, de 19 de Março; (ii) O Despacho Conjunto n.º 51/2004, de 19 de Dezembro de 2003, publicado no Diário da República, 2ª série, n.º 26, de 31 de Janeiro de 2004 – Republica, em anexo, que faz parte integrante do presente

decreto-lei, o anexo II do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, com a redacção actual.

- Declaração de Rectificação n.º 71/2007. DR 141 SÉRIE I: De ter sido rectificado o Decreto-Lei n.º 225/2007, de 31 de Maio, do Ministério da Economia e da Inovação, que concretiza um conjunto de medidas ligadas às energias renováveis previstas na estratégia nacional para a energia, estabelecida através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro, publicado no Diário da República, 1.ª série, de 31 de Maio de 2007.
- Portaria n.º 1554-A/2007: Fixa as regras para atribuição de quotas de isenção do imposto sobre produtos petrolíferos e energéticos (ISP). Revoga a Portaria n.º 1391-A/2006, de 12 de Dezembro.
- Despacho n.º 16982/2007. DR 148 SÉRIE II: Taxa de utilização de recursos hídricos - Rede Nacional de Transporte de Electricidade. Estabelece o valor de equilíbrio económico-financeiro aplicável à totalidade dos centros electroprodutores hídricos identificados no anexo 3 do Decreto-lei 226-A/2007, de 31 de Maio.
- Portaria n.º 1450/2007. DR 217 SÉRIE I: Regulamenta o regime de utilização dos recursos hídricos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio.
- Decreto-Lei n.º 391-A/2007. DR 246 SÉRIE I, 1º SUPLEMENTO: Dá nova redacção ao artigo 93.º (Disposições transitórias sobre a constituição das ARH) do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos.
- Decreto-Lei n.º 363/2007: Estabelece o regime jurídico para a produção de energia eléctrica mediante pequenas instalações (microprodução).
- Lei n.º 67-A/2007: Orçamento do Estado para 2008. Dedução em sede de IRS, n.º 2 Art.º 85.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008. DR 3 SÉRIE I: Aprova o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) relativo ao período de 2008-2012, designado por PNALE II, bem como as novas metas 2007 do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2006) e revoga a Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2005, de 3 de Março, que aprovou o PNALE relativo ao período de 2005-2007.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 21/2008: Aprova a estratégia para o cumprimento das metas nacionais de incorporação de biocombustíveis nos combustíveis fósseis.
- Portaria n.º 117-A/2008: Regulamenta as formalidades e os procedimentos aplicáveis ao reconhecimento e controlo das isenções e das taxas reduzidas do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP).
- Decreto-Lei n.º 93/2008, de 4 de Junho: Dá nova redacção ao artigo 21.º (Licenças sujeitas a concurso) do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos.
- Decreto-Lei n.º 89/2008. DR 104 SÉRIE I: Estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos, definindo as regras para o controlo de qualidade dos carburantes rodoviários e as condições para a comercialização de misturas de biocombustíveis com gasolina e gasóleo em percentagens superiores a 5 %. Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 62/2006, de 21 de Março, e revoga os Decretos-lei n.º 235/2004, de 16 de Dezembro, e 186/99, de 31 de Maio.
- Declaração de Rectificação n.º 35-A/2008. DR 123 SÉRIE I, 3.º SUPLEMENTO: Rectifica o Decreto-Lei n.º 89/2008, de 30 de Maio, do Ministério da Economia e da Inovação, que estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos, definindo as regras para o controlo de qualidade dos

carburantes rodoviários e as condições para a comercialização de misturas de biocombustíveis com gasolina e gasóleo em percentagens superiores a 5 %. Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 62/2006, de 21 de Março, e revoga os Decretos-Leis n.º 235/2004, de 16 de Dezembro, e 186/99, de 31 de Maio, publicado no Diário da República, 1.ª série, n.º 104, de 30 de Maio de 2008.

- Decreto-Lei n.º 182/2008, DR 171 SÉRIE I: Estabelece o regime de implementação do Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico.

- Decreto-Lei n.º 97/2008. DR 111 SÉRIE I: Estabelece o regime económico e financeiro dos recursos hídricos previsto pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, disciplinando a taxa de recursos hídricos as tarifas dos serviços públicos de águas e os contratos programa em matéria de gestão dos recursos hídricos.

- Despacho n.º 13005/2008. DR 89 SÉRIE II: DIUP Amper Central Solar – Central Fotovoltaica de Moura.

- Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de Setembro: Altera o regime de utilização dos recursos hídricos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio.

- Decreto Legislativo Regional n.º 5/2010/A: Estabelece o sistema de incentivos à produção de energia a partir de fontes renováveis da Região Autónoma dos Açores, designado por PROENERGIA.

- Decreto-Lei n.º 51/2010, de 20 de Maio: Procede à alteração do Decreto-Lei n.º 225/2007, de 31 de Maio, estabelecendo um novo enquadramento jurídico para o sobre-equipamento em centrais eólicas.

- Decreto-Lei n.º 82/2010, de 2 de Julho: Introduce alterações ao regime da utilização dos recursos hídricos, constante do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, na parte relativa à prestação de caução para recuperação ambiental.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/2010: Prevê o lançamento, durante os anos de 2010 e 2011, de procedimentos concursais de iniciativa pública, em várias regiões do País, para a adjudicação de centrais mini-hídricas, tendo em vista alcançar a meta de atribuição de potência estabelecida na Estratégia Nacional para a Energia 2020.

É de salientar que existe também um enquadramento legal referente às questões ambientais.

- O Impacte Ambiental – Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio: O presente diploma estabelece o regime jurídico da avaliação do impacte ambiental dos projectos públicos e privados susceptíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente;
- O Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei n.º 292/2009, de 14 de Novembro: Aprova o Regulamento Geral do Ruído;
- Emissão de poluentes – Portaria n.º 1058/94, de 2 de Dezembro e Portaria n.º 268/93, de 12 de Março;
- Autorização para a queima de resíduos – Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro e Decreto-Lei n.º 273/98, de 2 de Setembro.

CAPÍTULO 3 – Tecnologias de Microgeração

3. Introdução

Neste capítulo apresentamos, de forma individual, as tecnologias de microgeração, particularmente, a energia eólica, a energia solar fotovoltaica, a energia solar térmica, a energia hídrica e a energia da biomassa, tendo por base os seus princípios de funcionamento teórico, aspectos económicos subjacentes, assim como, os aspectos ambientais.

3.1. Energia Eólica

O aproveitamento do vento para a produção de energia eléctrica em grande escala é considerado a tecnologia de energia renovável que mais cresceu nos últimos tempos (R. M. G. Castro, 2007). O vento também é utilizado para aplicações mecânicas e electrificação de zonas isoladas (FOCER, 2002b).

Neste sentido, de forma geral, podem ser distinguidos três tipos de aplicações: 1) aplicações mecânicas, 2) produção de energia eléctrica em sistemas isolados, para usos produtivos e casas rurais em áreas distantes e 3) produção de energia eléctrica em grande escala conectada à Rede Eléctrica de Serviço Público (RESP) (Bastianon, 1994; FOCER, 2002b).

Muito embora a força do vento venha sendo aproveitada desde há muitos séculos, a sua primeira e simples aplicação foi realizada pelos egípcios aquando da sua utilização nas velas na navegação (FOCER, 2002b).

Os primeiros mecanismos movidos a vento foram os moinhos de eixo vertical, utilizados para bombear a água na China. Já os moinhos de eixo horizontal surgiram na antiga Pérsia, especificamente, o moinho tipo mediterrâneo utilizado para esmagar o grão e bombear a água (Martins, Guarnieri, & Pereira, 2008).

Também nos primeiros anos do século XX, os pequenos moinhos eólicos tinham como função bombear a água e ainda produzir energia eléctrica na Europa e na América do Norte (FOCER, 2002b). Com o passar do tempo, começaram a construir-se sistemas maiores, todavia com a maior oferta de combustíveis fósseis para a produção de electricidade e para fins industriais, houve um decréscimo deste desenvolvimento no século passado (Martins, et al., 2008).

Em meados dos anos 70, com o aumento dos preços dos combustíveis fósseis levou ao despoletar da produção da energia eólica como uma fonte de energia alternativa e em termos económicos mais viável (FOCER, 2002b). Assim, surgiram diversos programas de investigação e de desenvolvimento que resultaram em sistemas eólicos modernos e de custos cada vez menores (Bastianon, 1994).

Actualmente, a tecnologia dos aerogeradores de média e baixa potência (500kW) está mais consistente e, por isso, podem ser adquiridos e encontrados no mercado mundial mais de 20 fabricantes (Rodrigues, 2010).

Em meados de 2001, a capacidade eólica instalada a nível mundial alcançou um máximo de 23.300MW. Assim, este tipo de energia encontra-se numa posição fulcral de contribuição para o fornecimento mundial de energia nos próximos anos (FOCER, 2002b). É considerada uma fonte alternativa mais económica, apesar de os cálculos variarem muito e, no caso específico dos Estados Unidos, estima-se que tenha potencial para proporcionar entre 10 a 20% do fornecimento doméstico (Aronda & Rodríguez, 1996; FOCER, 2002b).

As turbinas propiciam uma boa quantidade de energia comercial em diversas zonas do planeta, como a Califórnia, o continente Europeu, a Índia, sendo que a Dinamarca é o principal titular de parques eólicos, fornecendo 13% das necessidades eléctricas do país (Martins, et al., 2008).

A energia eólica tem origem na energia solar, particularmente, no aquecimento diferencial das massas de ar pelo Sol, quer por diferenças de latitude – ventos globais – quer por diferenças no terreno (mar-terra) – ventos locais (R. M. G. Castro, 2007). As diferenças de radiação entre os diversos pontos da Terra, geram várias áreas térmicas e os desequilíbrios de temperatura causam alterações de densidade nas massas de ar traduzidas em variações de pressão (Martins, et al., 2008; Pacheco, 2006).

Da energia solar que chega ao planeta por radiação, sensivelmente 1.018 kWh por ano, apenas cerca de 0,25% é transformada em correntes de ar. No entanto, esta quantidade é 25 vezes maior ao consumo energético total mundial (FOCER, 2002b).

A direcção do vento está determinada por efeitos topográficos e pela rotação da Terra. Assim, é de grande relevância o conhecimento das direcções dominantes para instalar os equipamentos específicos e utilizados para este recurso. Para tal, os aerogeradores devem ser colocados em lugares onde exista a menor quantidade de obstáculos nestas mesmas direcções (Bastianon, 1994).

A quantidade de energia (mecânica ou eléctrica) produzida por uma turbina eólica depende muito das características dos ventos vigorantes na zona em que foi instalado (Bastianon, 1994). Assim, a produção pode oscilar consoante o sítio, de modo a que a seu rendimento dependa directamente do recurso eólico local (Rodrigues, 2010). É de referir que é fundamental a existência prévia de um estudo técnico pormenorizado das características do vento de uma determinada zona (Arona & Rodríguez, 1996; FOCER, 2002b). Este estudo mencionado anteriormente depende da aplicação e da escala prevista, por exemplo, um projecto em grande escala ligado à rede exige uma análise mais aprofundada do que um pequeno sistema isolado (R. M. G. Castro, 2007) (cf. Figura 22).

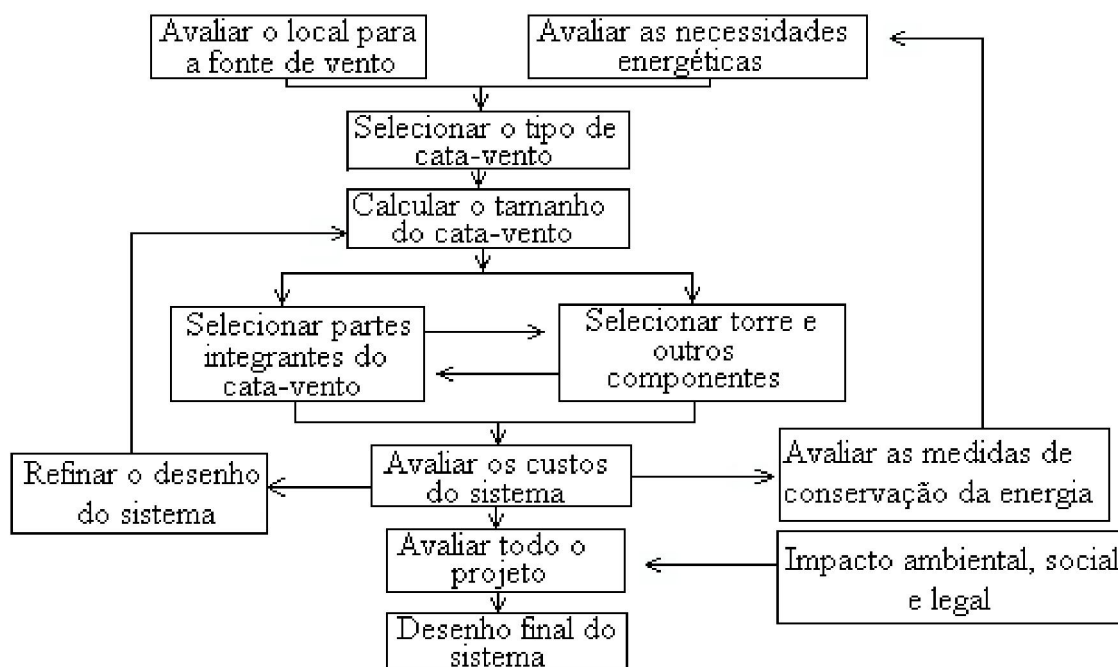


Figura 22 – Organograma com os passos envolvidos no planeamento e desenvolvimento de um sistema de energia eólica com sucesso.

Fonte: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/eolica/eolica.htm>.

Ainda que dispendioso, o método mais preciso para estudar o potencial de produção de energia do vento, passa pela instalação de um ou mais anemómetros, através

dos quais, regularmente, fornecem dados sobre a velocidade e direcção do vento. Posteriormente, estes dados são analisados pormenorizadamente em relação, quer às características do terreno, quer às medições das estações meteorológicas próximas, com o intuito de estimar a produção potencial de energia a longo prazo e durante diversas épocas do ano (Aronada & Rodríguez, 1996; Martins, et al., 2008).

Porém existem três componentes do vento que determinam a potência disponível de um sistema de conversão de energia eólica (cf. Tabela 14).

Tabela 14 – Componentes do vento que determinam a potência disponível.

Fonte: FOCER, 2002.

Velocidade do vento	A velocidade do vento varia directamente com a altitude, pela fricção causada pelas montanhas, árvores, edifícios e outros objectos. As turbinas necessitam de uma velocidade de vento mínima para começar a produzir energia, por exemplo, para turbinas pequenas é, aproximadamente, 3,5 m/s e para turbinas grandes, um mínimo de 6 m/s.
Características do vento (turbulência)	Enquanto os modelos de ventos globais colocam o ar em movimento e determinam o recurso do vento numa região, os recursos topográficos locais, que englobam formações geográficas, flora e estruturas artificiais, podem mostrar a diferença entre um recurso eólico utilizável e outro que não é.
Densidade do ar	Baixas temperaturas produzem uma densidade do ar mais alta. Uma maior densidade significa mais fluidez das moléculas em volume de ar dado e uma maior fluidez das moléculas em cima de uma pá da turbina produz um rendimento mais elevado de potência, para a velocidade do vento dado.

O dispositivo utilizado para aproveitar a energia contida no vento e transformá-la em eléctrica denomina-se de turbina eólica (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007). Uma turbina obtém a sua potência de entrada convertendo a energia cinética do vento, que actua sobre as pás ou hélices do seu rotor (R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010). Para a produção de electricidade, a energia rotacional é convertida em eléctrica pelo gerador que possui uma turbina, sendo designado de aerogerador (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010).

As turbinas que se encontram no mercado são confiáveis e podem funcionar durante mais de 98% do ano. De modo geral, as turbinas só são desligadas durante o período de manutenção, que é realizado a cada seis meses (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010).

Além das características do vento, a quantidade de energia que possa ser transferida depende da eficiência do sistema e do diâmetro do rotor (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010). Assim, as melhores aeroturbinas construídas nos dias de hoje apresentam um índice global de eficiência de cerca de 35% (FOCER, 2002b).

Neste sentido, existem diversos tipos de turbinas e cada uma é composta por diferentes elementos. Contudo, existem alguns elementos comuns a todos elas. São eles: a) rotor; b) sistema de transmissão mecânica; c) sistema eléctrico; d) chassis; e) sistema de orientação; f) torre e g) sistema de segurança (Aronda & Rodríguez, 1996; Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010).

a) Rotor: é o elemento principal de um equipamento eólico, apresentando como função transformar a energia cinética do vento em energia mecânica utilizável; existem rotores de disposição do eixo horizontal e do eixo vertical; nos sistemas de produção de energia eléctrica, o rotor é constituído por duas ou três pás e é feito em fibra de vidro com poliéster ou *epoxy*, nos rotores de sistemas com aplicações mecânicas são constituídos por 10 a 20 pás e giram a velocidades inferiores; as turbinas variam quanto ao seu tamanho, que tem impacte na quantidade de energia produzida (e.g. diâmetro de 7 m – turbina de 10 kW; diâmetro de 24 m – turbina de 750 kW).

b) Sistema de transmissão mecânica: é constituído por um eixo de velocidade baixa, caixa de mudanças de velocidade, eixo de velocidade alta, rolamentos que suportam o eixo.

c) Sistema eléctrico: trata-se de um gerador, que se encontra junto ao eixo para transformar a energia mecânica em eléctrica; consiste nas interfaces para a conexão às aplicações ou à rede eléctrica.

d) Chassis: contém os elementos fulcrais da turbina com a caixa de mudanças e o gerador; normalmente é uma peça metálica forjada sobre a qual são

instalados as diversas partes do sistema de transmissão mecânica; protege do ambiente e serve de isolamento ao ruído mecânico da caixa de mudanças e do gerador.

e) **Sistema de orientação:** tem como função detectar a orientação do vento e colocar na mesma direcção; é constituída por rolamentos, motores eléctricos, sensores e travão mecânico.

f) **Torre:** estrutura de suporte ao equipamento eólico;

g) **Sistema de segurança:** caso exista alguma anomalia tem como função colocar a turbina numa situação estável e segura, como por exemplo, quando exista perda de carga.

Quanto às aplicações estas podem ser divididas em três: 1) mecânicas, 2) sistemas eléctricos isolados e 3) sistemas eléctricos ligados à rede (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010).

Nas aplicações mecânicas estão inseridos o bombeamento de água e as aplicações térmicas (FOCER, 2002b). O bombeamento de água é considerado um sistema mais barato e funciona com velocidades de vento mais baixas (Bastianon, 1994; R. M. G. Castro, 2007; Rodrigues, 2010). Nestes sistemas são utilizadas turbinas de baixa potência, apresentando uma manutenção simples e barata. Porém, devem ser colocadas na zona do poço (vantagem do sistema eléctrico sobre o mecânico) (FOCER, 2002b). Nas aplicações térmicas, a energia mecânica de um equipamento eólico pode ser directamente transformada em térmica, mediante dois mecanismos: 1) aquecimento de água por fricção mecânica e 2) compressão do fluido refrigerante de uma bomba de calor (FOCER, 2002b).

Já os sistemas eléctricos isolados são vistos como sistemas de fonte de electricidade mais económico para sítios isolados (R. M. G. Castro, 2007) (cf. Figura 23). De seguida, apresentamos os quatro tipos de sistemas eléctricos isolados. Os sistemas individuais produzem energia eléctrica para uma casa e é constituído por um pequeno aerogerador, uma ou mais baterias para armazenar energia produzida e um regulador que controla a carga e descarga das baterias e, por vezes, um inversor para transformar a electricidade de corrente contínua em corrente alternada (FOCER, 2002b).

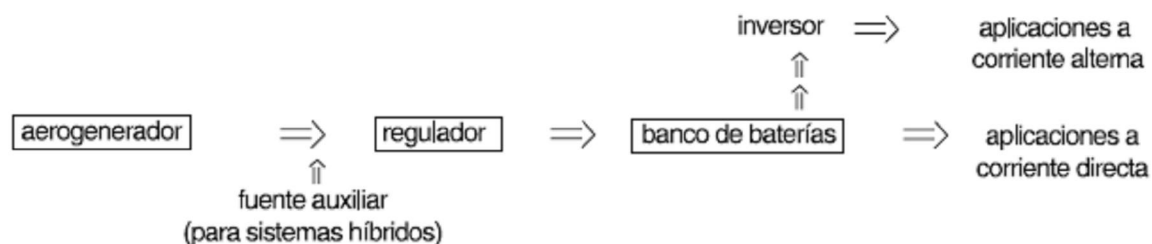


Figura 23 – Esquema de um sistema eólico isolado.

Fonte: FOCER (2002).

Os sistemas centralizados são vantajosos em termos técnicos e económicos quando existem várias casas próximas a electrificar. É um sistema capaz de satisfazer as necessidades energéticas de uma determinada comunidade com electricidade produzida, armazenada e transformada num sistema eólico central que depois é distribuída através de linhas eléctricas, a cada um dos locais (Bastianon, 1994). Regularmente, contém mais do que uma fonte de produção de modo a proporcionar maior confiança ao sistema. Os sistemas híbridos são uma solução atractiva para a electrificação rural em muitos lugares, por ser económica e simples. Contudo, a variação do vento não possibilita obter uma produção eléctrica constante e, por isso, muitas vezes, é utilizado uma turbina eólica em conjunto com outra fonte de produção de energia (Bastianon, 1994). A vantagem deste sistema é que prevê maior confiança para a produção de energia eléctrica comparada com um sistema individual. Também são utilizados aerogeradores para aspectos relacionados com a comunicação, como por exemplo, dispositivos de ajuda à navegação, rádio, televisão e estações meteorológicas (Bastianon, 1994).

Dentro dos sistemas eléctricos ligados à rede encontramos os parques eólicos. Os parques eólicos são conjuntos de turbinas grandes – 100 até 2.000 kW – que podem ser dezenas ou centenas, colocados em zonas com condições de vento muito favoráveis. Não necessitam de baterias e ligam-se directamente à rede eléctrica existente. É de referir que para o desenvolvimento destes parques é necessário realizar um estudo detalhado, como foi referido anteriormente (FOCER, 2002b).

Ainda dentro destes sistemas podem ser inseridos os pequenos sistemas ligados à rede. Estes tipos existem quando o sector eléctrico o permita, uma vez que é possível fornecer energia à rede com pequenos sistemas eólicos, ou seja, a energia requerida pelo usuário é fornecida tanto pelo sistema eólico como pela rede eléctrica (R. M. G. Castro, 2007).

No que diz respeito aos custos, e no caso específico de um projecto eólico eléctrico e isolado, estes podem oscilar notavelmente consoante vários factores, como por exemplo, a capacidade eléctrica a instalar em kW, a inclusão de baterias, a utilização de um inversor, bem como aspectos relacionados com a instalação, entre outros (FOCER, 2002b).

Além destes factores, deve ser ainda acrescido o valor de funcionamento, manutenção e substituição de alguns elementos. O investimento feito tanto para o funcionamento como para a manutenção é imprescindível para a conservação do sistema em boas condições, que se traduz em 3 a 5% do custo total. Os custos de substituição, como a alteração das baterias, têm uma vida útil de 3 a 5 anos (FOCER, 2002b).

Por vezes, a energia eólica é a opção menos dispendiosa para locais que não se encontram ligados à rede eléctrica. Já os sistemas híbridos podem ser uma opção técnica e económica mais eficiente, porque explora as vantagens de disponibilidade dos recursos energéticos com a curva exigida (R. M. G. Castro, 2007).

Para os sistemas de bombeamento de água acontece algo de forma semelhante aos sistemas eléctricos, pois os custos dependem de vários factores, como a capacidade de bombear água em litros por segundo. No entanto, a manutenção e substituição é mais baixa para sistemas mecânicos, pois não contêm sistemas eléctricos (FOCER, 2002b).

Quanto aos custos de projectos ligados à rede, o custo para produzir electricidade produzida pelo vento em sistemas grandes reduziu em mais de 80% nos últimos 20 anos, graças ao avanço da tecnologia, do fabrico em grande escala e do aumento da experiência.

Em suma, quando comparada com outras fontes de produção de energia eléctrica, a energia eólica pode ser bastante competitiva (Martins, et al., 2008; Rodrigues, 2010). No entanto, salientamos alguns pontos que devem ser tidos em conta ao avaliar o custo relativo a este tipo de tecnologia (FOCER, 2002b).

- O valor é influenciado significativamente pela velocidade média do vento, na medida em que a quantidade de energia produzida aumenta exponencialmente com a velocidade do vento, ou seja, pequenas diferenças traduzem-se em grandes diferenças na produção de electricidade e, conseqüentemente, nos custos;
- O valor da energia eólica é definido pelo capital necessário para a fabricação e instalação das turbinas,

consequentemente, os custos de produção de energia dependem do investimento inicial.

- O preço da energia eólica tem vindo a reduzir comparativamente ao da energia convencional.
- A energia eólica é mais competitiva pelos impactes ambientais mínimos.

Em relação com as fontes de energia convencionais, os impactes ambientais da energia eólica são locais, o que faz com que exista monitorização e controlo com alguma facilidade. Neste sentido, as turbinas eólicas não emitem substâncias tóxicas ou gases, por isso, não existe contaminação do ar, da água e do solo que, naturalmente, não contribuem para o efeito de estufa nem para o aquecimento global (FOCER, 2002b).

No entanto, existem certos impactes derivados do aproveitamento da energia eólica, como por exemplo, em projectos grandes, as obras civis, como vias de acesso, edifícios de controlo, que levam a uma alteração no solo. Outro aspecto é o ruído, tanto o que é produzido pelas máquinas como o aerodinâmico, resultante da rotação das pás (FOCER, 2002b).

Tendo em conta o consumo de água, a energia eólica precisa de menos quantidade quando comparada com outras fontes de produção de energia (R. M. G. Castro, 2007).

De um modo geral, os parques eólicos estão localizados em zonas montanhosas, perto de zonas altas para se conseguir um potencial elevado do recurso (Martins, et al., 2008). Nestes locais, o grau de conservação natural é bom, com alto poder paisagístico, pelo que a sua ocupação pode ser considerada um elemento importante pelo seu impacte nos recursos naturais, paisagísticos ou culturais da própria zona. Também o “escurecimento” é um dos efeitos apontados em estudos específicos, na medida em que as pessoas que habitam perto dos parques eólicos manifestam ter menor incidência de luz natural nas suas casas (FOCER, 2002b).

Para finalizar o estudo das energias eólicas, apresentamos, de forma sintetizada, as vantagens e as desvantagens deste tipo de sistemas (FOCER, 2002b) (cf. Tabela 15).

Tabela 15 – Vantagens e desvantagens da Energia Eólica.

Fonte: FOCER (2002b)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - o impacte no meio ambiente é mínimo; - não há emissão de gases ou substâncias tóxicas, nem contaminação do ar, solo e água, não contribuindo para o efeito de estufa nem para o aquecimento global; - a produção não tem impacte nas características físico-químicas do solo; - o vento é uma fonte de energia inesgotável e abundante; - não usa combustíveis, sendo uma das fontes de energia mais baratas; - quando comparada com outras tecnologias, trata-se de uma instalação mais simples e muito barata; - os projectos podem ser construídos num prazo sensivelmente rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> - a variabilidade do vento tem influência na quantidade de electricidade que se pode disponibilizar à rede eléctrica; - o elevado custo inicial; - a quantidade de vento, pois não se pode instalar em qualquer zona; - impacte visual – alteração na paisagem.

3.2. Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é aquela que é obtida mediante a transformação directa da energia do Sol em energia eléctrica. Assim, a energia solar pode ser transformada de duas maneiras: 1) utiliza uma parte do espectro electromagnético da energia do Sol para produzir calor e a energia obtida é chamada de energia solar térmica, sendo que a transformação ocorre através da utilização de colectores térmicos e 2) utiliza a outra parte do espectro electromagnético da energia do Sol para produzir electricidade. A energia obtida é denominada de energia solar fotovoltaica e a sua transformação ocorre através de painéis solares fotovoltaicos (ASIF, 2003; FOCER, 2002d; Morais, 2009; Pacheco, 2006).

A energia fotovoltaica é utilizada para fazer funcionar as lâmpadas eléctricas, rádios, televisores, electrodomésticos de baixo consumo energético e, normalmente, em

zonas onde não existe acesso à rede convencional. Para que tal aconteça, é necessário ter um sistema de equipamento específico para transformar a energia solar em energia eléctrica. Este sistema é intitulado de sistema fotovoltaico e os equipamentos denominam-se de componentes fotovoltaicos (Real, 2002; Trindade, Martins, & Afonso, 2005) (cf. Figura 24).

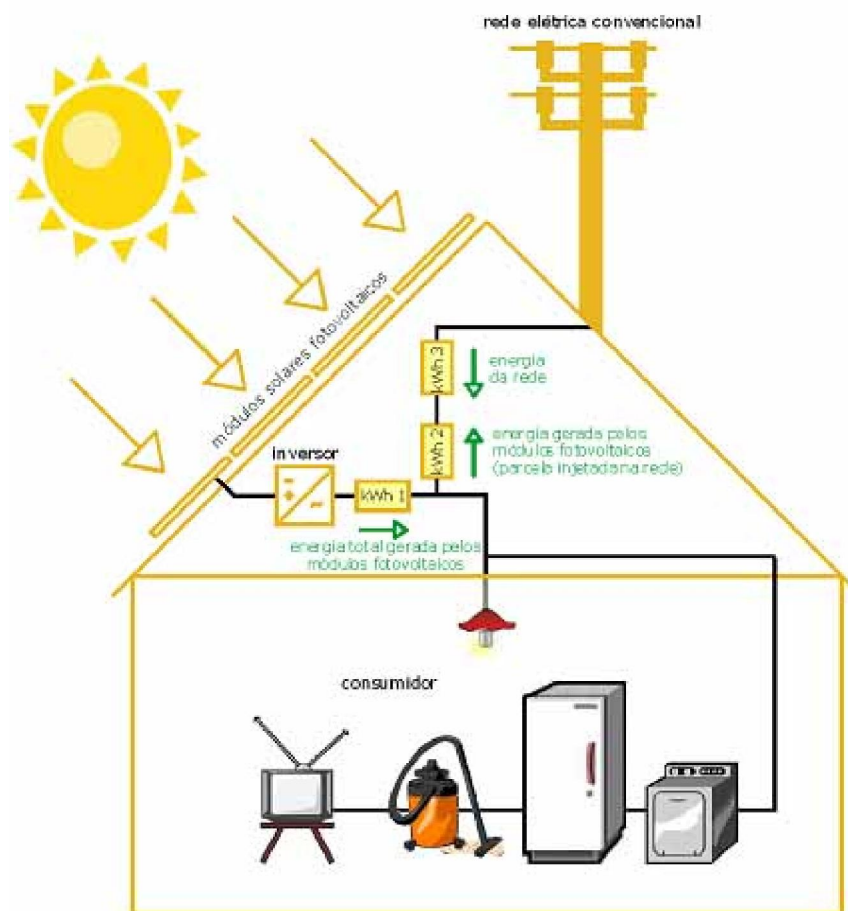


Figura 24 – Esquema de sistema solar fotovoltaico integrado num edifício e interligado na rede eléctrica.

Fonte: http://www.labeee.ufsc.br/linhas_pesquisa/energia_solar/index.html

A energia solar encontra-se disponível em todo o Mundo, todavia algumas zonas da Terra recebem mais radiação solar que outras. Trata-se de um recurso de uso universal (Ajona, Rubio, & Cañada, 2003; M. Santos & Mothé, 2008).

Como foi referido anteriormente, um sistema fotovoltaico é constituído por um conjunto de equipamentos construídos e integrados com a finalidade de quatro funções. São

elas: 1) transformar de forma directa e eficaz a energia solar em energia eléctrica; 2) armazenar apropriadamente a energia eléctrica produzida; 3) fornecer adequadamente energia produzida e armazenada e 4) utilizar de forma eficiente a energia produzida e armazenada (Castro, 2002).

Nos componentes fotovoltaicos estão inseridos os seguintes equipamentos: painel fotovoltaico, a bateria, o controlador de carga, o inversor e as cargas de aplicação (Castrillo, 1996; Trindade, et al., 2005) (cf. Figura 25).

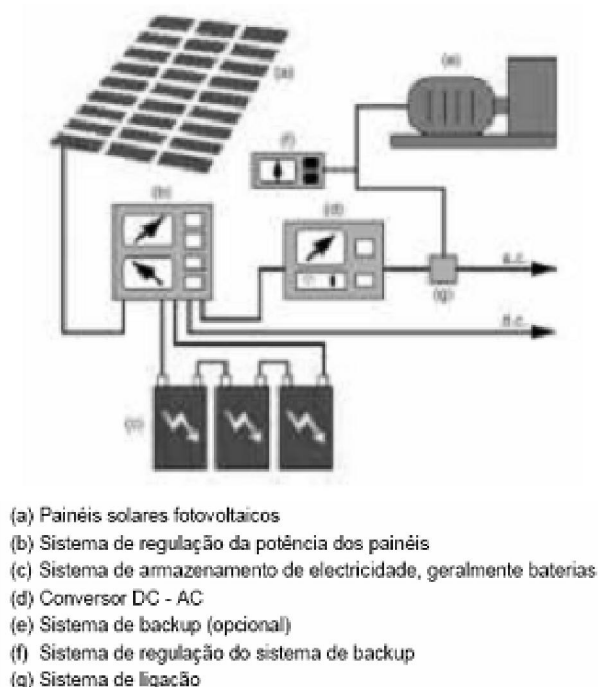


Figura 25 – Sistema fotovoltaico com armazenamento de energia.
Fonte: Pires e Pincante (2007)

Nas instalações fotovoltaicas pequenas, além dos equipamentos mencionados anteriormente, é frequente utilizarem-se fusíveis para a protecção do sistema. Já nos sistemas fotovoltaicos médios e grandes é fundamental utilizarem-se sistemas de protecção mais complexos, sistemas de medição, sistemas de controlo da carga eléctrica produzida (Castrillo, 1996; FOCER, 2002d).

O equipamento responsável pela transformação da energia solar em energia eléctrica é o painel fotovoltaico. Trata-se de uma placa rectangular constituída por um conjunto de células fotovoltaicas, protegidas por uma moldura de vidro e alumínio anodizado (FOCER, 2002d; Santamarta, 2004)

A célula fotovoltaica é um elemento que capta a energia contida na radiação solar e que a transforma em corrente eléctrica. Estas células são feitas por um grupo de minerais semicondutores, de onde se destaca o silício que é o mais utilizado. O silício é um elemento mineral proveniente da areia e, por isso, encontra-se facilmente em todo o Mundo (Castro, 2002; Santamarta, 2004). No entanto, tem que ser de elevado grau de pureza para atingir o efeito fotovoltaico, incrementando o processo de produção de células fotovoltaicas. A célula fotovoltaica tem um tamanho de 10x10cm e produz cerca de 1W em plena luz do dia. Geralmente, é de cor azul-escuro e, na maioria, cada painel fotovoltaico contém 36 células fotovoltaicas (Proença, 2007; Santamarta, 2004) (cf. Figura 26).

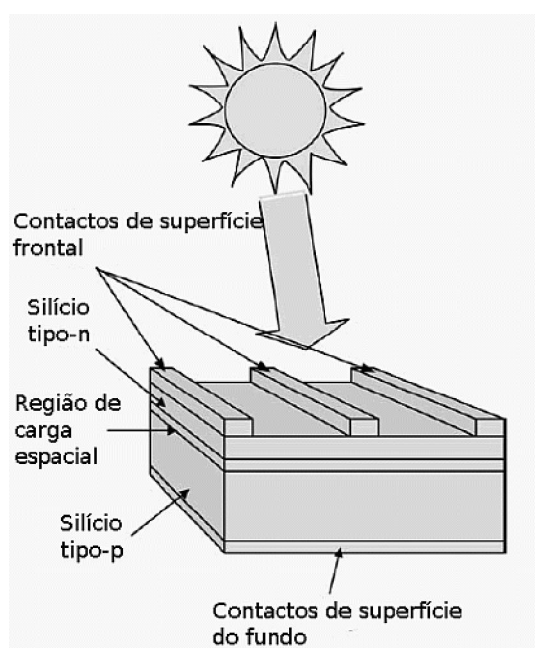


Figura 26 – Estrutura e função de uma célula cristalina solar.

Fonte: <http://www.profelectro.info/?tag=celula-fotovoltaica>

Já a moldura de vidro e alumínio tem como função apoiar mecanicamente as células fotovoltaicas e protegê-las das condições climatéricas, como a humidade e poeira. Tanto o conjunto de células fotovoltaicas como as suas ligações internas encontram-se isolados do exterior através de duas camadas, a frontal de vidro de alta resistência aos impactes e uma posterior de plástico EVA (acetato de vinil etileno). Este vidro frontal é anti-reflexo para otimizar a captação da radiação solar. Também a camada de alumínio tem

como função facilitar a fixação adequada de todo o conjunto a uma estrutura de suporte através de orifícios convenientemente localizados (Castro, 2002; FOCER, 2002d).

Estão disponíveis no mercado, uma grande diversidade de fabricantes e modelos de painéis solares (FOCER, 2002d) e podem ser classificados em três tipos:

- **Painéis de silício monocristalino** – são os mais utilizados devido à sua duração e confiabilidade; preço ligeiramente superior em relação aos outros.
- **Painéis de silício policristalino** – mais barato do que os anteriores e de menor eficiência.
- **Painéis de silício amorfo** – menor eficiência que os tipos anteriores, preço inferior, são finos e leves, feitos de forma flexível, pelo que podem ser instalados como parte integral de um tecto ou de uma parede.

Quanto à potência, a capacidade real de um painel fotovoltaico difere da capacidade nominal, na medida em que perante condições reais de funcionamento a quantidade de radiação que incide nas células é menor do que em condições óptimas (Proença, 2007; M. F. Santos & Cartaxo, 2002).

Existem disponíveis no mercado, painéis fotovoltaicos de baixa potência (5W), de potência média (55W) e de potência elevada (160W). Nas aplicações de electrificação rural, geralmente, são utilizados painéis fotovoltaicos com uma potência entre os 50 e os 100W (FOCER, 2002d).

Normalmente, um painel fotovoltaico tem uma duração de 30 anos e a sua manutenção consiste na limpeza do vidro de modo a impedir que as células fotovoltaicas não possam captar radiação solar (Trindade, et al., 2005).

A escolha do tipo e da potência do painel fotovoltaico depende das características próprias da instalação fotovoltaica, como por exemplo, a radiação solar existente e o consumo energético necessário (M. F. Santos & Cartaxo, 2002; Trindade, et al., 2005).

Dado que a radiação solar é um recurso previsível (ciclo dia/noite) e imprevisível (nuvens, tempestades) são necessários equipamentos específicos para armazenar a energia eléctrica. Este armazenamento é feito através de baterias que são construídas especificamente para sistemas fotovoltaicos (FOCER, 2002d). As baterias fotovoltaicas desempenham três funções importantes para o bom funcionamento da instalação:

- 1- Armazenar energia eléctrica em períodos de muita radiação solar e/ou de baixo consumo de energia eléctrica;
- 2- Fornecer energia eléctrica necessária nos períodos de pouca ou nenhuma radiação solar;
- 3- Fornecer uma parte da energia eléctrica estável e adequada para a utilização de aparelhos eléctricos.

As baterias fotovoltaicas externamente não são muito diferentes das baterias dos automóveis, todavia internamente estão construídas especificamente para trabalhar com ciclos de carga/descarga lentos (Benito, 2009; Morais, 2009). Estas baterias, normalmente, são de ciclo profundo, visto que, podem descarregar uma quantidade significativa da energia carregada antes de ser necessário recarregar-se. São concebidas para fornecer durante muitas horas correntes eléctricas moderadas (Castrillo, 1996; Castro, 2002).

A capacidade da bateria para um sistema fotovoltaico depende de quanta energia é consumida diariamente, do número de dias nublados e das características da própria bateria. Devem ser colocadas em locais bem ventilados e livres de humidades do solo. Após atingido a sua vida útil, devem ser levadas para centros de reciclagem autorizados (Castrillo, 1996).

De forma semelhante ao que acontece com os painéis fotovoltaicos, sugere-se a ajuda de um especialista para indicar a bateria mais adequada, sendo que se devem adquirir baterias fotovoltaicas de qualidade, que cumpram os requisitos mínimos (Proença, 2007), consoante o tipo e o modelo das baterias, assim como a sua manutenção. Algumas baterias necessitam de água destilada ou electrólito e outras necessitam de manutenção. Uma bateria de ciclo profundo tem uma duração entre os 3 e 5 anos e chega ao fim devido a um curto-circuito entre as placas ou quando perde a capacidade de armazenar energia (FOCER, 2002d).

Estes equipamentos são bastantes sensíveis e, por isso, deve-se ter em atenção como se executam os processos quer de carga, quer de descarga. O custo de uma bateria representa entre 15 a 30% do custo total e como tal é necessário existir um elemento que proteja a bateria caso os processos referidos anteriormente sejam mal executados. Este elemento intitula-se de regulador ou controlador de carga (Benito, 2009; Bermann, 2008; Castro, 2002). O regulador ou controlador de carga é um dispositivo electrónico, que apresenta como função controlar o fluxo da corrente de carga e descarga (Morais, 2009). Mais uma vez, existem diversos tipos e marcas, todavia é importante que seja de boa qualidade e adequada às características de funcionamento da instalação fotovoltaica, visto ser um dos elementos mais confiáveis de todo o sistema fotovoltaico (Proença, 2007).

Os painéis fotovoltaicos fornecem corrente contínua a 12 ou 24 V e para tal é necessário um elemento extra, o inversor. O inversor tem como função transformar, através de dispositivos electrónicos, a corrente contínua da bateria em corrente alternada (Trindade, et al., 2005).

Geralmente, os sistemas fotovoltaicos podem ter as mesmas aplicações que outro sistema de produção de electricidade. Contudo, as quantidades de potência e de energia que se pode obter deste tipo de sistema são limitados pela capacidade de produção e armazenamento dos equipamentos instalados. Do ponto de vista teórico, um sistema fotovoltaico pode produzir tanta energia como se deseja, contudo do ponto de vista económico, existem limitações quanto à capacidade que se pode instalar.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados consoante a sua aplicação e quantidade e tipo de energia produzida: 1) lâmpadas portáteis; 2) sistemas individuais de corrente contínua para aplicações domésticas; 3) sistemas individuais de corrente alternada para aplicações domésticas; 4) sistemas centralizados isolados da rede e 5) sistemas centralizados ligados à rede (FOCER, 2002d; Moraes, 2009) (cf. Figura 27).

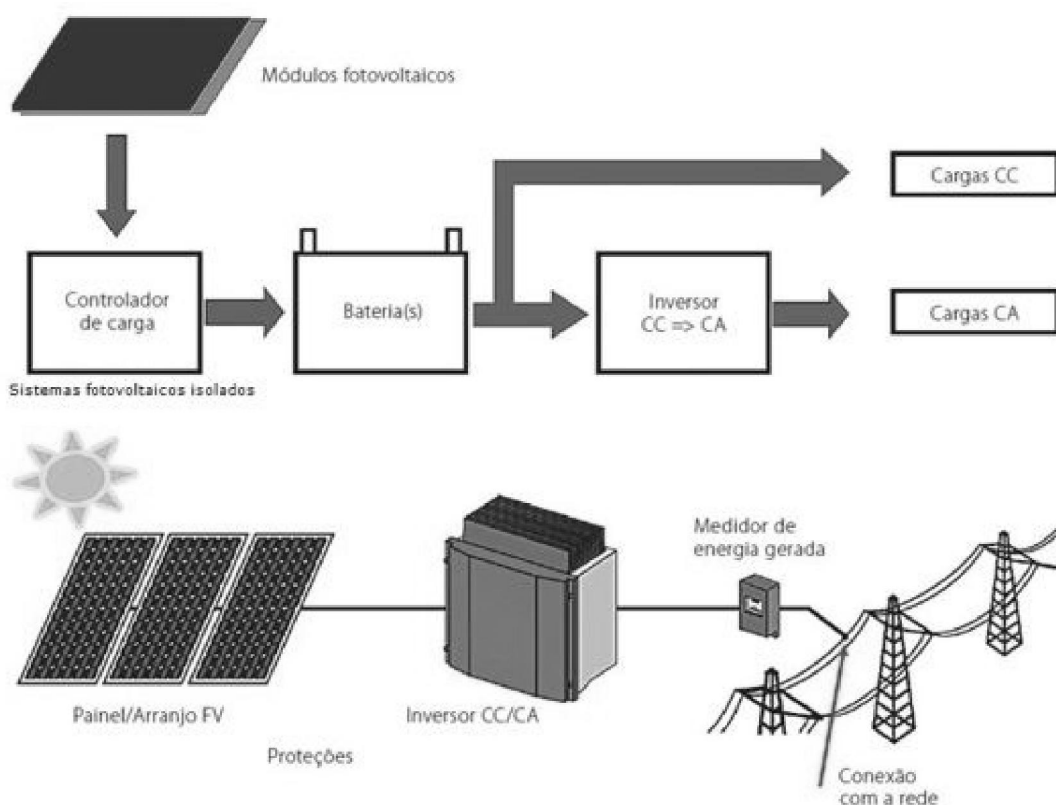


Figura 27 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

Fonte: <http://maisarquitectura.com.br/energia-fotovoltaica-na-arquitetura>

No que diz respeito aos sistemas individuais de corrente contínua para aplicações domésticas estes são constituídos, geralmente, por um painel fotovoltaico com uma capacidade menor que 100W, um regulador de carga electrónico a 12V, uma ou duas baterias com uma capacidade total menor que 150 Ah (Ampere-hora), duas ou três lâmpadas a 12V e uma tomada para a utilização de aparelhos eléctricos específicos para trabalhar a 12V de corrente contínua. As características principais deste sistema são: a tensão nominal é 12V de corrente contínua e o custo comparativo deste tipo de sistema é mais acessível para os pressupostos familiares (FOCER, 2002d; Trindade, et al., 2005).

Quanto aos sistemas individuais de corrente alternada para aplicações domésticas são considerados uma ampliação dos equipamentos e da capacidade do sistema anteriormente apresentado. A grande diferença entre ambos é que a corrente alternada contém um inversor electrónico para transformar a tensão de corrente contínua em corrente alternada. Os sistemas fotovoltaicos de corrente alternada apresentam uma maior capacidade de produção de energia e uma maior capacidade de armazenamento que os

sistemas fotovoltaicos de corrente contínua. As características principais deste sistema são: o sistema pode fornecer energia tanto em corrente alternada como em corrente contínua e o custo do sistema é relativamente mais alto (FOCER, 2002d; Trindade, et al., 2005).

Nos sistemas centralizados isolados da rede, a energia solar fotovoltaica pode ser aplicada para fins produtivos e comerciais, especialmente, para a agricultura, como por exemplo, bombeamento de água para irrigação e cercas eléctricas, refrigeração de alimentos, comunicação e iluminação. Os sistemas fotovoltaicos são uma opção para a electrificação rural quando não existe a possibilidade técnica ou económica de levar a rede eléctrica convencional até cada uma das casas ou quando as famílias necessitam quantidade moderadas de energia. Neste sentido, um sistema centralizado é um sistema fotovoltaico capaz de satisfazer as necessidades energéticas de uma determinada comunidade com electricidade que produz, armazena e transforma num sistema fotovoltaico central, para depois ser distribuído, através de linhas eléctricas até cada uma das casas. Os sistemas centralizados têm a mesma estrutura que um sistema fotovoltaico individual com fornecimento de corrente alternada. No entanto, os sistemas centralizados são capazes de fornecer energia em quantidade e qualidade bastante superiores quando comparados com a energia produzida por um sistema individual. As características principais deste sistema são: melhor qualidade no fornecimento de energia eléctrica, maior robustez do sistema, menor custo de energia, menor impacte ambiental e distribuição centralizada (FOCER, 2002d).

O sistema centralizado ligado à rede é considerado um processo alternativo promissor no futuro das energias renováveis. Neste tipo de sistemas, a energia obtida não é armazenada mas é fornecida directamente à rede eléctrica comercial. Assim, parte das baterias não são necessárias, todavia é preciso um equipamento específico para adoptar a energia produzida pelos painéis à energia da rede (FOCER, 2002d).

O investimento necessário para adquirir um sistema fotovoltaico depende de vários factores, tais como, os preços internacionais do mercado, a disponibilidade local de distribuidores e instaladores, necessidade energética dos usuários, entre outros (Shayani, Oliveira, & Camargo, 2006).

Neste sentido, as características específicas dos equipamentos precisos para satisfazer a necessidade energética e as margens de lucro são factores importantes para determinar o investimento que o usuário terá de realizar para electrificar a sua casa (Shayani, et al., 2006).

Os custos totais de um sistema fotovoltaico podem ser divididos em três: 1) custos de investimento; 2) custos de manutenção e 3) custos de substituição. Os custos de investimento são os custos iniciais para a compra, transporte e instalação dos equipamentos

e representam 70-75% dos custos do sistema ao longo da sua vida útil (entre 15 e 20 anos). Os custos de manutenção ocorrem durante a vida útil do equipamento e representam entre 3 a 5% do custo total do sistema ao longo da sua vida útil. Já os custos de substituição ocorrem quando as baterias chegam ao fim da sua vida útil e representam entre 20 a 27% do custo total do sistema ao longo da sua vida útil (FOCER, 2002d).

O custo inicial de um sistema fotovoltaico é relativamente alto, contudo o custo de manutenção é muito baixo. Deste modo, faz com que este sistema se torne uma opção mais acessível ainda que o custo inicial seja um obstáculo para muitos usuários, principalmente os das zonas rurais. Face a este cenário são procurados mecanismos de financiamento, como o crédito ou o aluguer (Shayani, et al., 2006).

Os sistemas fotovoltaicos apresentam impactes ambientais inferiores e, por isso, são considerados uma solução amiga do ambiente. No entanto, a má utilização e manuseio desta tecnologia pode causar efeitos negativos para o meio ambiente. Posto isto, é necessário ter atenção a alguns aspectos (FOCER, 2002d). São eles:

- Os sistemas fotovoltaicos devem ser instalados correctamente para evitar a sua falha prematura.
- Deve existir um programa eficaz de reciclagem de baterias.
- As baterias devem ser instaladas num local especificamente destinado para este objectivo.

Os sistemas fotovoltaicos demonstraram ser capazes de fornecer energia eléctrica em zonas isolada à rede convencional (Trindade, et al., 2005). Porém, a tecnologia fotovoltaica nem sempre é a solução adequada a todos os problemas de electrificação. Consoante o caso, o uso de aerogeradores ou o uso de pequenas centrais hidroeléctricas podem ser alternativas válidas, por isso, é necessário avaliar detalhadamente, antes de comprar, qual a melhor opção. Após a decisão de usar o sistema fotovoltaico, é preciso escolher qual o tipo de sistemas que se irá instalar (corrente contínua, corrente alternada ou centralizado), pois é um passo muito relevante que se deve tomar mediante as necessidades energéticas presentes e futuras e a disponibilidade económica (FOCER, 2002d).

Para finalizar, apresentamos, de forma resumida, as vantagens e desvantagens da tecnologia solar fotovoltaica (FOCER, 2002d) (cf. Tabela 16).

Tabela 16 - Vantagens e desvantagens da Tecnologia Solar Fotovoltaica.

Fonte: FORCER (2002d)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - permite soluções modulares e autónomas; - o funcionamento deste tipo de sistema é amigo do ambiente; - apresentam uma vida longa, sensivelmente, mais de 20 anos; - a manutenção é simples e de baixo custo; - o preço tem vindo a diminuir para se tornar mais acessível para todas as populações; - a instalação de sistemas individuais é simples, rápida e requer ferramentas e equipamentos de medição básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - o investimento inicial é alto; - a quantidade de energia produzida é limitada; - a disponibilidade de energia é variável e depende das condições atmosféricas.

3.3. Energia Solar Térmica

O Sol é considerado uma fonte de vida e de origem de várias formas de energia que o ser humano utiliza e que pode satisfazer quase na totalidade todas as necessidades se soubermos aproveitar de forma racional a sua luz. Trata-se de uma estrela constituída por vários elementos no estado gasoso, especialmente, o hidrogénio, que produz de um modo espontâneo e ininterrupto, um processo de fusão nuclear, que emite luz e calor, sendo esta a origem da energia solar (Barros, Mayorga, Lima, & Ramalho, 2005; FOCER, 2002e; Morais, 2009).

Posto isto, a força do Sol que chega à Terra corresponde a 10.000 vezes o consumo mundial de energia, sendo que só metade da radiação solar chega à superfície da Terra, na medida em que a restante é perdida por reflexão ou absorção na camada de ar. Geralmente, a força do Sol é medida em kW/m² de área horizontal (FOCER, 2002e) (cf. Figura 28).

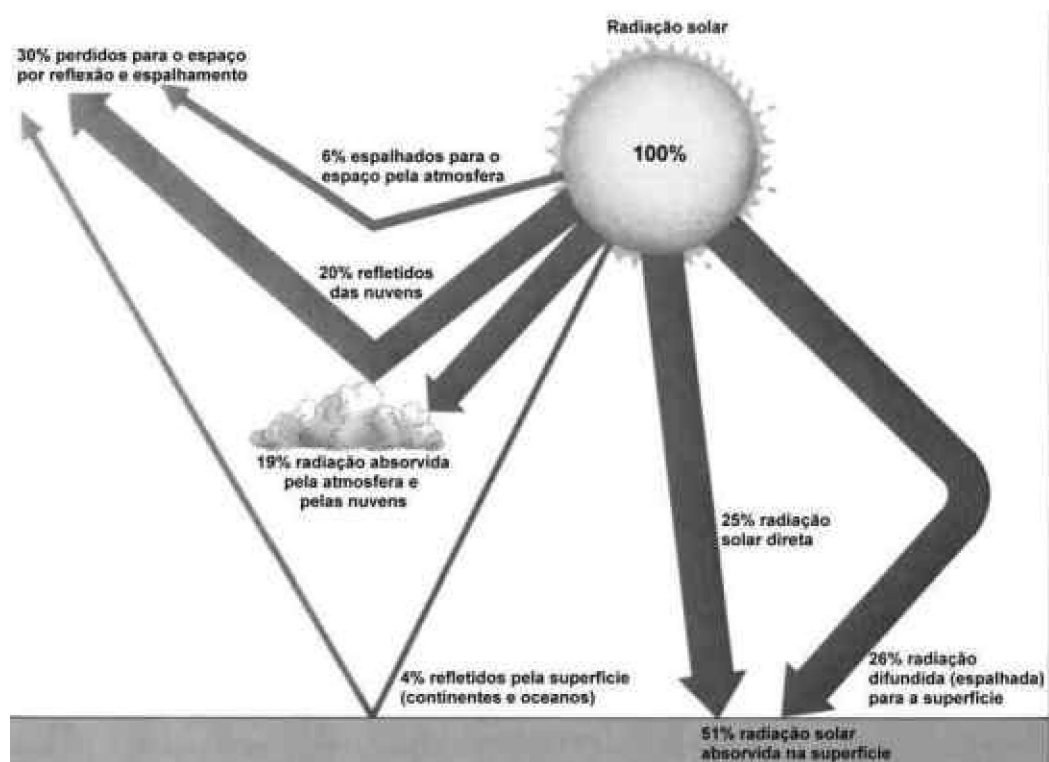


Figura 28 – Radiação Solar.

Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-7.html>

A energia solar apresenta duas características que a distingue das fontes energéticas convencionais: a dispersão e a intermitência (Panebianco, 2001) (cf. Tabela 17).

Tabela 17 – Duas características da energia solar.

Fonte: Panebianco (2001)

Dispersão	Em condições favoráveis, a densidade da energia solar alcança $1\text{kW}/\text{m}^2$, um valor bastante inferior do que é necessário para produzir trabalho. Isto quer dizer que para obter densidades energéticas elevadas é preciso grandes superfícies de captação ou sistema de concentração de raios solares.
Intermitência	A energia solar não é contínua e, por isso, é imprescindível ter sistemas de armazenamento.

O aproveitamento da energia solar pode ser feito de dois modos: o aproveitamento passivo e o aproveitamento activo. O primeiro não precisa de nenhum dispositivo de captação (cf. Figura 29). Já o segundo oferece alternativas para o uso de recursos naturais que alcançam benefícios económicos sem deteriorar tais recursos. Estes sistemas activos baseiam-se na captação de radiação solar através da utilização de um colector (FOCER, 2002e) (cf. Figura 30).

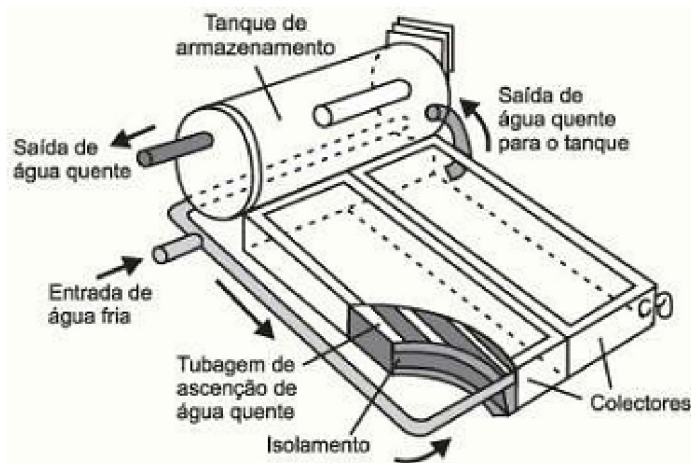


Figura 29 – Painel solar térmico em sistema passivo.

Fonte: Pires e Pincante (2007)

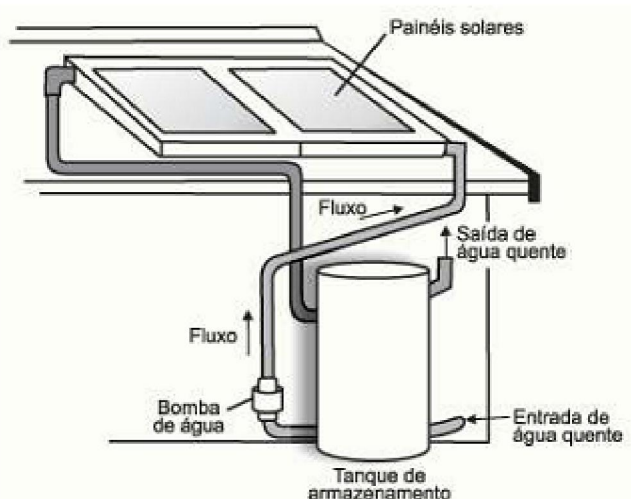


Figura 30 – Painel solar térmico em sistema activo.

Fonte: Pires e Pincante (2007)

Assim, o aproveitamento térmico da energia solar pode ser dividido em três áreas: 1) aproveitamento de baixa temperatura (menos de 90°C); 2) aproveitamento de média temperatura (menos de 300°C) e 3) aproveitamento de alta temperatura (até 4.000°C) (cf. Figura 31).

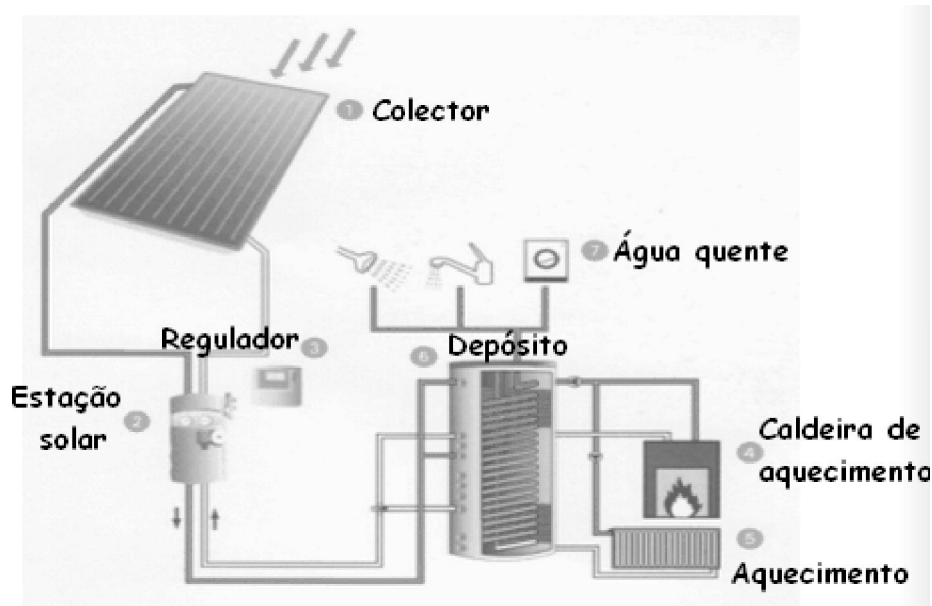


Figura 31 – Aproveitamento activo da energia solar.

Fonte: <http://www.vsaquecimento.com/Energiasolartermica.html>

Através desta tecnologia é feito o aproveitamento de água abaixo do seu ponto de ebulição. Deste modo, existem diversos tipos e aplicações, todavia o seu aproveitamento térmico dos raios do sol é igual, isto é, um colector recebe os raios e converte-os em calor. Na maioria, estes colectores são um corpo metálico pintado de preto (Lebeño & Costa, 2006).

No caso específico do aquecimento de águas de uma piscina envolve um consumo elevado de energia, por isso, em termos económicos um sistema solar manifesta números interessantes quando comparados com aquecedores a gás ou sistemas eléctricos. Este tipo de sistema apresenta uma vida útil de 20 anos com uma garantia de 10 anos para os colectores (FOCER, 2002e; Pereira, 2005). Uma das soluções mais eficientes para minimizar a perda de calor, especialmente, durante o período da noite, é a utilização de uma cobertura térmica. A cobertura térmica trata-se de uma manta plástica que flutua sobre a água e minimiza as perdas em cerca de 50% (FOCER, 2002e). Assim, adaptar um sistema

solar a um circuito existente de uma piscina é simples. Para tal, é necessário instalar-se uma válvula de três vias e um controlo termodiferencial depois do filtro que possibilita o passar de água até aos colectores. Posteriormente, a água regressa aquecida através de tubos de PVC até à piscina (Pereira, 2005).

Neste sentido, o funcionamento básico de um sistema solar para aquecimento de piscinas ocorre da seguinte maneira: diariamente um relógio que acende, à mesma hora, a bomba da piscina e apaga no período da tarde. De seguida, o sensor dos colectores mede a temperatura e o controlo termodiferencial envia um sinal à válvula para que abra para passar a água nos colectores. Depois a água regressa mais quente até à piscina. Caso o sensor meça a mesma temperatura que a água, o controlo termodiferencial envia novamente um sinal e a válvula fecha e não passa água (FOCER, 2002e).

Assim, o custo inicial de um sistema solar depende do tamanho da piscina, pois quanto maior for a piscina, maior é o custo inicial do sistema solar.

Os sistemas solares para utilização doméstica são uma alternativa aos tradicionais equipamentos para aquecimento de água. Assim, para atingir temperaturas entre os 40 e os 70°C, é necessário utilizar-se colectores planos que tenha um revestimento, geralmente de vidro, que causa um efeito de estufa dentro deles (Lebeño & Costa, 2006).

Este tipo de colectores é constituído por um quadro de alumínio isolado onde se encontra o absorvedor (tubos de cobre, soldados a uma lâmina fina de cobre pintada de preto, onde circula a água). Contém também um vidro específico de alta transmissão selado ao quadro e para incrementar a eficiência do absorvedor são utilizados placas selectivas (ligas de vários metais com tratamento especial para a superfície (Lebeño & Costa, 2006).

Existem dois sistemas solares diferentes para utilização doméstica: 1) termossifão e 2) circulação forçada. O funcionamento de ambos é o mesmo, ou seja, um colector capta os raios solares e, posteriormente, transmite o calor à água circulando até a um tanque de armazenamento, onde fica no recipiente devidamente isolado até ao seu consumo (FOCER, 2002e) (cf. Figura 32).

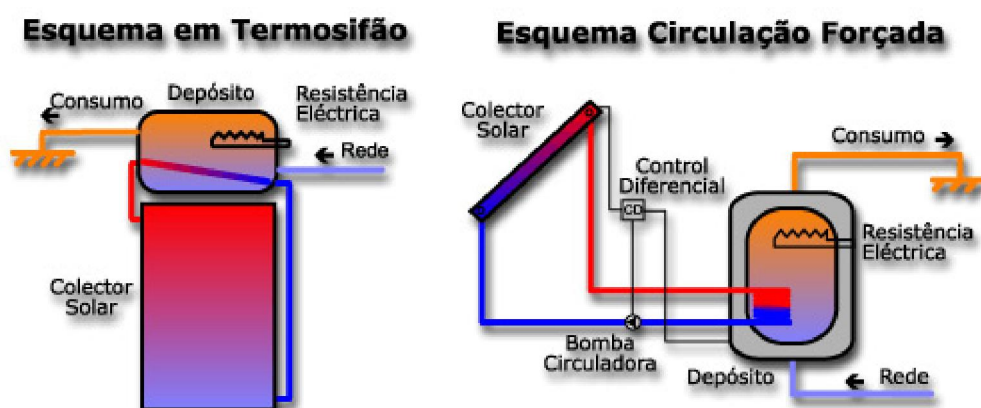


Figura 32 – Sistema solar termossifão e sistema solar circulação forçada.

Fonte: <http://www.painelsolartermico.com/sistemas-solares-termicos/>

O sistema termossifão é utilizado em climas quentes onde não exista risco de congelação, sendo o mais utilizado em casas, devido à sua facilidade e independência de funcionamento, visto que, a circulação da água entre o coletor e o tanque é por gravidade. Quanto ao seu funcionamento, o coletor capta a radiação solar directa e difusa e através do efeito termossifão, a água quente sobe até ao tanque e a mais fria (mais pesada) desce até ao coletor para ser aquecida. O tanque é isolado, apresentando perdas mínimas de calor durante o período da noite (FOCER, 2002e; Gamboa, 2001).

Para o sistema solar forçado é fundamental instalar o(s) coletor(es) sobre a cobertura e o tanque em baixo e requer uma força – bomba de recirculação – para transportar a água do tanque ao coletor para ser aquecida e vice-versa. Trata-se de um sistema mais estético do que o sistema anterior, no entanto, é preciso mais material e, conseqüentemente, o custo é mais elevado. Quanto ao seu funcionamento, o regulador termodiferencial através de dois sensores, um localizado na zona mais quente do coletor e o outro na zona mais fria do tanque, acende a bomba de recirculação de modo a que o sensor do coletor meça a temperatura mais quente que a do tanque (Ajona, et al., 2003; DGGE, 2004).

A bomba leva a água mais fria do tanque até ao coletor para ser aquecida, para depois regressar ao tanque. Caso a temperatura do coletor seja igual à do tanque, o regulador desliga a bomba. Deste modo, a água tem perdas de calor mínimas no tanque, pois este encontra-se devidamente isolado, até ao seu consumo, que pode ser no dia seguinte (Ajona, et al., 2003).

Para hotéis é indicado sistemas solares do tipo forçado, pois a quantidade necessária de água quente é elevada e deve estar disponível sempre. No entanto, nos sistemas termossifões, os tanques são muito pesados, o que se pode tornar num problema para a estabilidade da estrutura (Ajona, et al., 2003).

Do ponto de vista económico, os sistemas solares para hotéis têm um período de amortização mais curto quando comparado ao sistema de uma casa, pois precisam os mesmos elementos (Panebianco, 2001).

Existem outros tipos de aplicação onde a tecnologia solar térmica por ser utilizada, como os secadores solares utilizados em procedimentos agrícolas, as cozinhas solares, as aplicações industriais e a produção de electricidade (Collares-Pereira, 1998; E. C. Santos, Souza, Souto, & Filho, 2007).

Um dos problemas apontados à tecnologia solar térmica passa pelo seu custo inicial elevado. Contudo, o sistema solar apresenta uma vida útil entre os 20 e os 25 anos, sendo que não é preciso um gasto adicional em electricidade nem necessita de custos mensais após a sua instalação (Pereira, 2005).

Para minimizar o consumo de energias não renováveis, de modo a diminuir o impacte ambiental, é importante inserir as energias renováveis nos meios urbanos. Neste sentido, com a energia solar existe uma elevada qualidade energética, um impacte ambiental quase nulo, salientando que se trata de um recurso inesgotável (Panebianco, 2001).

Do ponto de vista ambiental, a energia térmica não supõe a existência de um processo de combustão e, por isso, é visto como um processo bastante favorável pelo facto de ser limpo e por não produzir contaminação. Especificamente, a instalação de um equipamento solar térmico para o aquecimento de água através de um colector para uma casa, de uma família de quatro pessoas evita, anualmente, a emissão de cerca de uma tonelada de CO₂ para a atmosfera, não contribuindo para o aquecimento global, na medida em que, não há utilização de combustíveis fósseis (Lebeño & Costa, 2006).

No entanto, para a construção deste tipo de tecnologia são essenciais alguns materiais, como o cobre, o alumínio, o ferro, que podem causar efeitos negativos no ambiente durante o seu fabrico. Porém, estes processos são menos danosos e perigosos quando comparados com a energia convencional (combustíveis fósseis) (FOCER, 2002e; Pereira, 2005).

No que diz respeito ao aspecto económico, os preços das energias convencionais tendem a subir dado que são dependentes dos combustíveis fósseis. Neste sentido, a

principal vantagem da energia solar passa pelo não consumo deste tipo de combustíveis, uma vez que a energia que advém do Sol, em termos económicos, a longo prazo, são mais estáveis e viáveis. A desvantagem, sob o ponto de vista económico, passa pelo elevado custo inicial (FOCER, 2002e).

Porém, os sistemas que apresentam menor tempo de amortização, cerca de 3 a 6 anos, são os sistemas térmicos de baixa temperatura. Já os sistemas de conversão térmica média e alta, ainda não conseguem competir com os de produção de energia convencional.

Dado que a disponibilidade da radiação solar é irregular é fundamental utilizar-se, na maioria dos casos, um apoio ao sistema solar, que se traduz num custo acrescido.

Um sistema solar adequado não deveria manifestar problemas de funcionamento e, conseqüentemente, a sua manutenção fica reduzida ao lavar dos vidros dos colectores, particularmente, no período do Verão.

Também os equipamentos utilizados nos sistemas solares domésticos para aquecimento de água, principalmente os elementos que constituem os colectores, têm um tempo útil de 30 anos ou mais. Já os tanques têm um tempo útil de 5 a 15 anos, consoante a qualidade da água e do revestimento interno (ferro preto ou aço inoxidável) (Lebeño & Costa, 2006).

3.4. Energia Hídrica

A produção de energia através da corrente de água é uma das fontes de energia mais utilizada em todo o Mundo para produzir energia eléctrica. Parte desta produção é feita em centrais de grande escala que usam barragens e reservatórios grandes, que possibilitam o armazenamento de grandes quantidades de água para regular a produção. Com estas centrais, é possível produzir quantidades significativas de electricidade, de forma regular, durante determinados períodos. Todavia, provocam impactes ambientais e sociais, tais como, inundações, obstrução da corrente dos rios e a realojamento da população (FOCER, 2002c; Gonzáles, 1996).

Já os sistemas hídricos em pequena escala, não provocam problemas e parecem contribuir para o fornecimento de energia eléctrica em locais que não se encontram electrificados e fortalecer a RESP.

A energia hídrica diz respeito ao aproveitamento de energia potencial (forma de energia que se encontra em um determinado sistema e que pode ser utilizada a qualquer

momento para realizar trabalho) que tem a água (por diferença de altura) que é obtida mediante a procura de uma queda de água, convertendo-a em energia mecânica (rotação do eixo), através da utilização de uma roda hidráulica ou turbina. Esta energia pode ser directamente utilizada para uma pequena serraria, um moinho (R. Castro, 2007; Pacheco, 2006).

Posto isto, é possível ligar uma turbina a um gerador eléctrico, de modo a transformar a energia mecânica em energia eléctrica. Deste modo, permite transferir com maior facilidade, a energia até aos diferentes pontos de consumo, para poder ser utilizada numa diversidade de equipamentos e para a utilização produtiva (R. Castro, 2007; Gonzáles, 1996).

Neste sentido, a quantidade de potência e energia disponível na água de um rio encontra-se em relação directa com a altura, bem como, com a quantidade de água do caudal. Para tal e para um melhor aproveitamento hidráulico, é fundamental procurar-se a maior queda/altura disponível, de modo a utilizar a quantidade mínima de água necessária para aprazer as necessidades de energia e potência (Catalão, Mariano, Mendes, & Ferreira, 2007; FOCER, 2002c).

A utilização destes sistemas já vem do tempo dos gregos, onde já era utilizada a roda hidráulica para bombear água. Já na Idade Média e no Renascimento eram utilizados quer a roda hidráulica horizontal, quer a roda hidráulica vertical na agricultura, nas minas, na indústria têxtil, no transporte, entre outros. Todavia, foi no século XIX que foi instalado a primeira turbina hidráulica. Este tipo de energia foi bastante importante na Revolução Industrial, pois instigou as indústrias no princípio do século XX. Apesar das máquinas a vapor estarem perfeitas, o carvão era pouco e a madeira pouco satisfatória como combustível e foi graças à energia hídrica que proporcionou o crescimento e surgimento de novas cidades indústrias, tanto no continente Europeu como no continente Americano (R. Castro, 2007; Gonzáles, 1996).

O aproveitamento da energia potencial da água para a produção de energia eléctrica denomina-se de energia hidroeléctrica, sendo um recurso renovável. Já o termo de central hidroeléctrica pressupõe um conjunto de infra-estruturas e instalações utilizadas para o aproveitamento de água (Silva & Ribeiro, 2006).

Em meados de 1895, começou a produção hidroeléctrica em grande escala, após a construção de uma barragem de 3,75MW, nas Cataratas do Niágara, nos Estados Unidos.

As centrais hidroeléctricas podem ser de dois tipos: as que utilizam a água do leito de rio ou as que utilizam a água de um lago ou reservatório.

O reservatório central de água ou a base do núcleo da barragem trata-se de um aproveitamento hidroeléctrico mediante o armazenamento das contribuições de um rio através de uma barragem. Neste tipo de centrais, os caudais de saída são regulados para serem utilizados quando necessário. É uma especificidade de centrais médias ou grandes, onde o caudal utilizado pelas turbinas é proporcionalmente maior ao caudal médio anual disponível no rio. A utilização de barragens apresenta diversos inconvenientes pois, por vezes, são inundados terrenos férteis, sendo necessário evacuar populações. Também, existe impacte na fauna aquática, por esta ser alterada, contudo existem já medidas para a sua protecção (FOCER, 2002c).

As centrais a fio de água são um tipo de central hidroeléctrica que capta uma parte do caudal do rio até a uma central onde pode ser feito o seu aproveitamento para que depois seja devolvido novamente ao rio (Catalão, et al., 2007). Trata-se uma especificidade de centrais médias ou pequenas. Estas centrais têm um impacte mínimo na natureza, na medida em que não existe bloqueio do leito do rio e, por isso, não existe a possibilidade de inundação dos terrenos circundantes. Neste sentido, a potência de produção é um critério para pequenos projectos hidroeléctricos, como pode ser observado na tabela seguinte:

Tabela 18 – Critério para pequenos projectos hidroeléctricos.

Fonte: FOCER (2002)

Tamanho/Potência	Usos: aplicações
- nano – ou pico-hidro: menos de 1kW	Familiar e aplicações mecânicas
- micro-hidro: de 1 a 100kW	Rede eléctrica comuns (sistema isolado)
- mini-hidro: de 100 a 1.000kW	Comunidades dentro de um raio de 10 a 40 km e/ou conexão à rede eléctrica
- pequena central: de 1 a 5MW	- pequena cidade e comunidades afastadas e conexão à rede eléctrica.

Um dos elementos importantes da energia hídrica remete para a sua origem, ou seja, falamos do ciclo hidrológico. O ciclo de água consiste no aquecimento da água dos oceanos por parte dos raios solares, que faz que a água evapore e suba até à atmosfera, onde ocorre a condensação nas nuvens para depois precipitar sob a forma de chuva ou neve. Assim, a água que cai na terra forma correntes de água que, face às condições topográficas do terreno, vão escorrendo ou à superfície ou subterrânea. Depois ocorre

novamente evaporação, iniciando repetidamente, o ciclo da água (FOCER, 2002c) (cf. Figura 33).

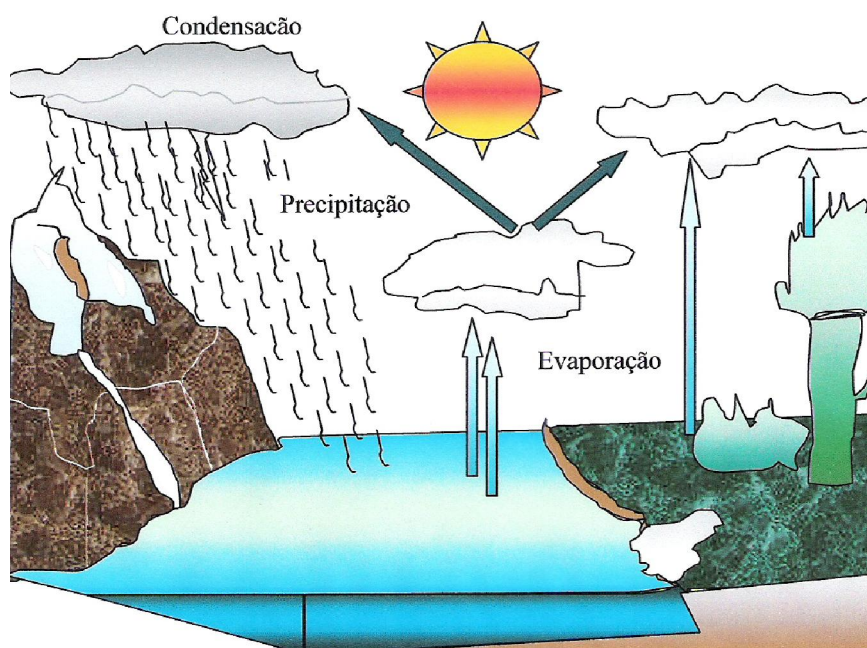


Figura 33 – Ciclo da água.

Fonte: FOCER (2002)

Para o aproveitamento da energia hídrica é imprescindível que os rios transportem volumes de água necessária e que as condições topográficas sejam apropriadas, que existam diferenças de altura no percurso até ao mar (R. Castro, 2007; Gonzáles, 1996).

Assim, a central hidroeléctrica tem como função transformar a energia potencial da água em energia mecânica através de uma turbina hidráulica e em energia eléctrica com o uso de um gerador (FOCER, 2002c) (cf. Figura 34).

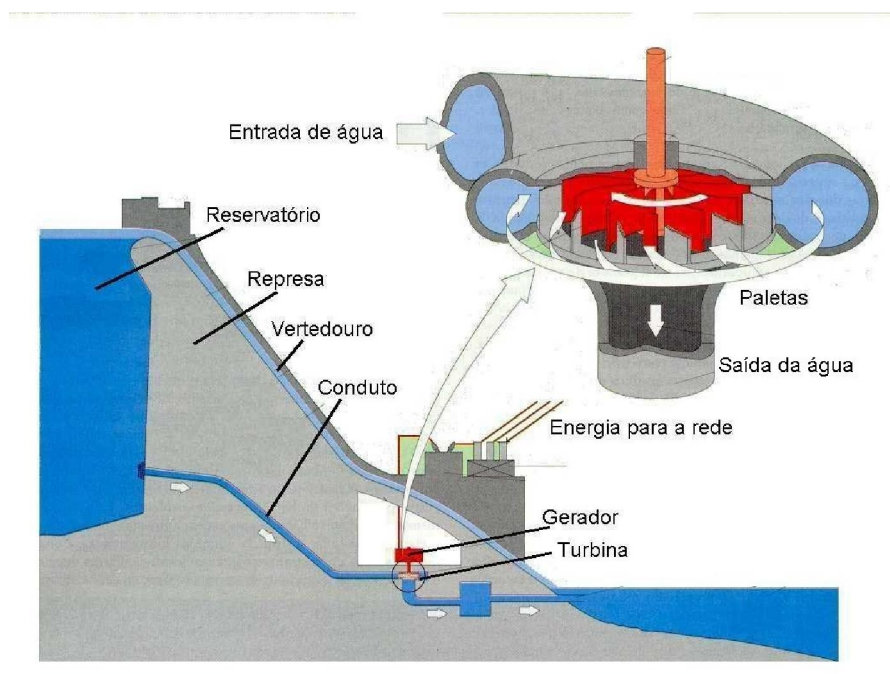


Figura 34 – Central hidroelétrica.

Fonte: <http://www.infoescola.com/energia/usina-hidreletrica/>

De seguida, apresentamos os diversos elementos que constituem o sistema hidroelétrico (cf. Tabela 19).

Tabela 19 – Elementos que constituem o sistema hidroelétrico.

Fonte: FOCER (2002)

<p>Elementos de derivação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - É um tipo de açude pequeno que é colocado transversalmente ao caudal do rio com o principal objectivo de estagnar, de modo a facilitar a derivação da água até à tomada. - É utilizado para certificar que a corrente encontra-se ao alcance da tomada, em sítios onde o caudal é bastante reduzido durante o período de seca.
<p>Elementos de tomada de água</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tem como função introduzir e controlar a entrada de água no canal, que contém uma comporta para receber o recurso hídrico e uma comporta de enchimento, anterior à entrada de água à caixa de areia. - Serve como uma zona de transição entre uma corrente e um fluxo de água que deve ser controlado, quer a qualidade, quer a

	quantidade e, por isso, é necessário que seja num local apropriado e concebido de forma cuidada.
Elementos de condução	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de areia: tem como função eliminar a areia e sedimentos da corrente do canal; • Canal: é uma estrutura que tem como função conduzir a água desde a tomada de água até à entrada da tubagem, com um mínimo de perda de nível e de baixo custo, pode ser um canal aberto ou com tubos subterrâneos; • Câmara de carga: é um ponto de acumulação de água antes de entrar para a tubagem. Serve para entregar água extra ao sistema durante as horas pico ou para substituir provisoriamente a água caso haja obstrução no canal. Ajuda no sedimentar das impurezas da água, retira os elementos flutuantes, controla a entrada de água e desvia o excesso. • Tubagem: tubos que conduzem a água até à turbina.
Sala de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> • Turbina: tem como função transformar em energia mecânica a energia hídrica. Existem diferentes tipos de turbina consoante a relação entre a queda e a água: Francis, Pelton e Kaplan. • Gerador ou alternador: tem como função transformar a energia mecânica em energia eléctrica. A potência tem que ser adequada à turbina, uma vez que, para projectos nano e micro hídricos são utilizados alternadores que produzem electricidade a corrente contínua (12 ou 24 V). Já nos projectos grandes, os geradores produzem electricidade a corrente alternada. • Transformador: tem como função à transformação da tensão e das correntes geradas
Linhas de transmissão	- Tem como função conduzir a corrente eléctrica onde é preciso energia eléctrica.
Linhas de distribuição	- Tem como função distribuir a electricidade até aos pontos de utilização e pode ser feito através de linhas aéreas ou subterrâneas.
Vertedouro	- Podem ser precisos na tomada de água, no canal, na câmara de carga e na turbina para que os excessos de água sejam retirados do sistema e correctamente conduzidos até ao leito do rio. Deve-se ter especial atenção com a sua localização e funcionamento, para que não ponha em perigo a estrutura física da central.

Dependendo das condições topográficas do terreno, da capacidade necessária e da sua aplicação, alguns destes elementos podem ser dispensados, como por exemplo, no caso de projectos nano micro hídricos não é preciso um transformador e, em certos casos, é instalado um inversor. Assim, os sistemas que apenas produzem energia mecânica, não precisam dos elementos eléctricos (FOCER, 2002c; Gonzáles, 1996).

Neste sentido, existe um conjunto de factores que contribuem para a potência total disponível de um sistema hidroeléctrico. São eles: 1) o caudal (a quantidade de água que passa num determinado período de tempo); 2) a queda (a distancia vertical entre o ponto de entrada de água e a turbina); 3) as perdas de fricção entre a entrada e a turbina e 4) a eficiência da turbina e do gerador (FOCER, 2002c).

Existem outros factores que devem ser tidos em consideração e que influenciam a potência total disponível, tais como, a percentagem de água que se desvia e as características bioclimáticas, como as secas e as inundações.

Na aplicação de sistemas domésticos individuais são utilizados nano-turbinas, que são pequenos sistemas de energia hídrica, que usam a força de pequenos rios para produzir energia mecânica. Podem ser instalados turbinas com alternadores com capacidade a partir dos 300W, consoante o caudal de água, a necessidade de electricidade e o financiamento disponível. Este tipo de aplicação pode ser utilizado em actividades agrícolas ou para o fornecimento de electricidade a casas próximas. Os sistemas domésticos individuais apresentam uma vida útil longa, trazem grandes benefícios porque não consomem a água, somente a utilizam e trata-se de uma tecnologia simples e limpa. Apresenta como vantagens: a redução dos níveis de ruído, a não contaminação por emissão de gases, poupança de combustível e diminuição nos gastos de transporte (R. Castro, 2007).

Já a aplicação de micro e mini hídricas para usos produtivos e mini-redes comunitárias é utilizado geralmente em populações ou cidades que, presentemente, não se encontram ligadas às linhas de um sistema de transmissão e que a médio prazo não vão ser inseridas. A comodidade atingida através destes sistemas possibilita um nível de electrificação semelhante a qualquer casa cujo fornecimento eléctrico seja a rede convencional. A potência atingida varia entre 1 kW até 1.000 kW, sendo que a energia obtida pode ser armazenada em baterias ou consumida directamente, conforme a capacidade do sistema (FOCER, 2002c).

O desenvolvimento de pequenos projectos comunitários acarreta um conjunto de benefícios pois melhoram significativamente as condições e a qualidade de vida das famílias

que utilizam os serviços auxiliados pela energia hídrica, permitindo também o começo de pequenas ou médias actividades agro-industriais (FOCER, 2002c).

Os sistemas mini-hidrícos e as pequenas centrais hidroeléctricas podem funcionar de forma isolada em locais distanciados, porém podem conectar-se à rede convencional, apesar de que a sua contribuição energética apresente uma incidência bastante menor comparativamente às grandes centrais (Gonzáles, 1996).

Geralmente para o desenvolvimento de um projecto hidroeléctrico ligado à rede é necessário avaliar os seguintes aspectos (FOCER, 2002c):

- Estudo geotécnico para avaliar as condições geológicas do sítio;
- Estudo hidrológico para prever o tamanho e o rendimento do projecto baseado no caudal e na queda;
- Experiência em engenharia de projectos hidroeléctricos para planear o projecto e estimar o seu impacte segundo o ponto de vista do rendimento, impacte ambiental, construção, ligação, funcionamento e custos;
- Experiência legal para cumprir com todas as premissas e aprovações exigidas e preparar a documentação necessária para tornar o projecto financiável;
- Competências de negociação para atingir acordos com compradores, fornecedores, empreiteiros;
- Relação com fornecedores, compradores e empreiteiros;
- Relação com instituições financeiras e investidores.

Para o cálculo do custo de um projecto hidroeléctrico devem ser inseridos os seguintes elementos: 1) custos de investimento (directos e indirectos); 2) custos de substituição intermédios e 3) custos de financiamento e manutenção. Os primeiros dizem respeito ao custo total que deve ser pago para um projecto totalmente construído. Nos custos directos inserem-se a construção, os terrenos e nos custos indirectos inserem-se as despesas legais e de administração, supervisão, fiscalização. Os custos indirectos representam uma percentagem dos custos directos, ou seja, para satisfazer os custos indirectos é necessário 10-15% dos custos directos de construção. Os segundos consistem nos gastos em obras e equipamentos que têm uma vida útil inferior à vida útil do projecto

total e, por isso, devem ser substituídos para o desenrolar de um funcionamento adequado. Os últimos representam a despesa anual, tendo em conta o tamanho da central (FOCER, 2002c).

Nas pequenas centrais hidroeléctricas, a diminuição da potência aumenta o custo por kW, ou seja, cada kW é mais dispendioso comparativamente às grandes centrais. Neste sentido, do ponto de vista económico, é importante justificar-se a pertinência desta instalação pelos seus elevados custos. No entanto, o investimento nestes projectos é bastante atractivo, porque apresentam uma vida útil de 40 anos, apesar do seu custo inicial elevado (investimento recuperado ao fim de 10 anos), os seus custos de exploração e de manutenção são reduzidos (FOCER, 2002c).

Em termos ambientais, a grande vantagem deste tipo de sistema passa por ser um recurso limpo e renovável, uma vez que, não existe emissão de gases, o que contribui para a diminuição do aquecimento global. Os pequenos projectos não apresentam impacte significativo no ambiente, quando são feitos e funcionam de forma ajustada. No entanto, por vezes, estão localizados em zonas de grande sensibilidade ambiental que podem ter impacto no carácter local. Assim, é fundamental a realização de estudos prévios para impedir e diminuir este impacte e para que possa existir um maior aproveitamento de água (FOCER, 2002c).

Deste modo, os impactes diferem quanto à localização (montanha versus planície) e quanto à configuração do projecto (com reservatório versus sem reservatório).

De seguida, apontamos alguns impactes ambientais e algumas medidas para minimizá-los que podem ocorrer nos pequenos projectos hidroeléctricos (FOCER, 2002c) (cf. Tabela 20).

Tabela 20 – Conjunto de impactes ambientais e algumas medidas para os projectos hidroeléctricos.

Fonte: FOCER (2002)

	Impacte	Medida
Construção da obra civil	<ul style="list-style-type: none"> • Ruídos que modificam a vida animal e dos humanos; • Perigo de erosão 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização das obras em época de seca; • Reflorestação do terreno.
Impacte sonoro	<ul style="list-style-type: none"> • Ruído do funcionamento da turbina e do gerador 	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de uma casa de máquinas apropriada com material isolante.
Reservatório	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de caminhos, os movimentos de terra, perda de terreno 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas normais para qualquer obra de infra-estrutura
Conservação de bacias hidrográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Risco na protecção e conservação da bacia que alimenta o rio 	<ul style="list-style-type: none"> • Protecção e conservação
Fluxo de água	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do fluxo natural da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Deixar um caudal mínimo nos rios
Impacte na paisagem	<ul style="list-style-type: none"> • Impacte visual significativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de cores semelhante ao ambiente; • Colocação de alguns elementos subterrâneos

Para finalizar apresentamos de forma simplificada as vantagens e as desvantagens de um sistema hidráulico de pequena escala (Catalão, 2003; FOCER, 2002c) (cf. Tabela 21).

Tabela 21 – Vantagens e desvantagens da Energia Hídrica.

Fonte: FOCER (2002c).

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">- fonte limpa e renovável de energia;- disponibilidade do recurso;- baixos custos de funcionamento;- disponibilidade de energia;- funciona à temperatura ambiente;- eficiência;- robustez;- combinação com outras actividades;- usos produtivos	<ul style="list-style-type: none">- custo inicial elevado;- disponibilidade local;- potência máxima;- variabilidade do caudal;

3.5. Energia da Biomassa

As formas de energias renováveis mais conhecidas são as que derivam do sol e do vento, todavia existe a biomassa, como a madeira, carvão vegetal, cascas de arroz, que fornecem, uma percentagem de energia consumida e têm potencial para proporcionar quantidades maiores (CELPA, 2004).

O conceito de biomassa diz respeito a toda a matéria orgânica proveniente das árvores, plantas ou de resíduos de origem animal que podem ser transformados em energia, como por exemplo, provenientes da agricultura (arroz, café, milho), da indústria florestal (ramos, cascas) e dos resíduos urbanos (lixo orgânico, esgoto) (Junior, Guimarães, Santos, Leite, & Barros, 2003; Real, 2002) (cf. Figura 35).

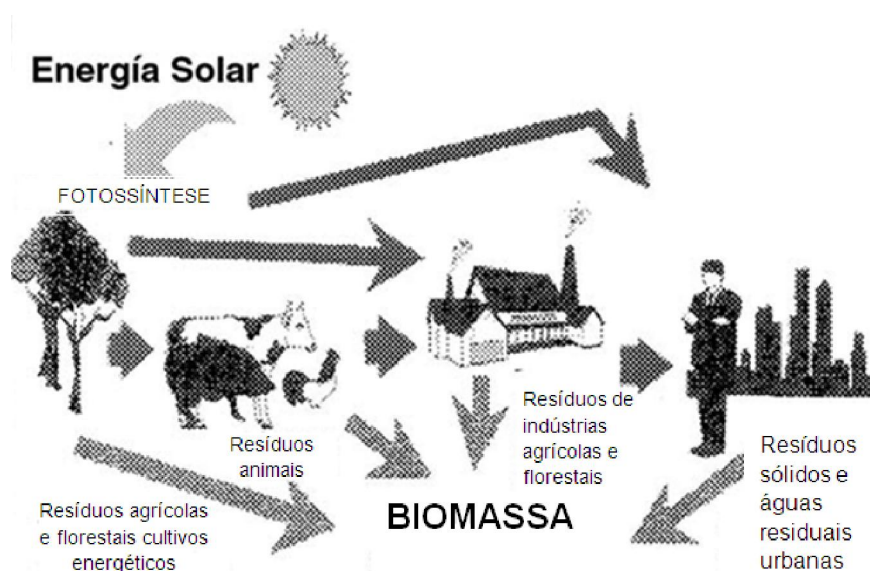


Figura 35 – Origem da Biomassa.

Fonte: FOCER (2002)

Este tipo de energia é considerada a mais antiga, pois tem sido utilizada desde que se descobriu o fogo e desde essa altura, esta utilização era feita através de combustão directa, queimando, por exemplo, em fornos e cozinhas artesanais, fogueiras, convertendo-os em calor, para que as necessidades fossem satisfeitas (calor, alimentação, produção de electricidade) (Macedo, 2001).

Posteriormente, e com as novas tecnologias possibilitou o desenvolvimento de processos limpos e mais eficientes de transformação de biomassa em energia e para além da combustão directa podem ser diferenciados mais dois tipos de processos: o termo-químico e o bioquímico (Ribas, Calonego, Fenner, & Pontinha, 2008).

Assim, as fontes fundamentais da biomassa são os campos florestais e os campos agrícolas, visto que existe produção de resíduos que geralmente acabam por ficar no campo. Deste modo, existem as chamadas “quintas energéticas” que podem proporcionar uma percentagem significativa das necessidades energéticas mundiais, bem como revitalizar as economias rurais, fornecendo energia independente e segura, contribuindo para um menor impacte no meio ambiente. Neste caso específico, as comunidades rurais podem ser consideradas em termos de energia auto-suficientes, devido à utilização adequada dos resíduos e fazendo uma boa gestão de biomassa disponível na zona (Ribas, et al., 2008).

Como foi referido anteriormente, a biomassa é uma energia renovável que deriva do sol, através do processo de fotossíntese, a clorofila das plantas capta esta energia e transforma em dióxido de carbono (CO_2) do ar e da água do solo em hidratos de carbono, para se formar a matéria orgânica. Depois, os hidratos de carbono são queimados, transformando-se em CO_2 e água, libertando energia. Neste sentido, a função da biomassa é semelhante ao de uma bateria pois armazena a energia solar (F. J. Simioni, Hoefflich, & Stradiotto Siqueira, 2009) (cf. Figura 36).

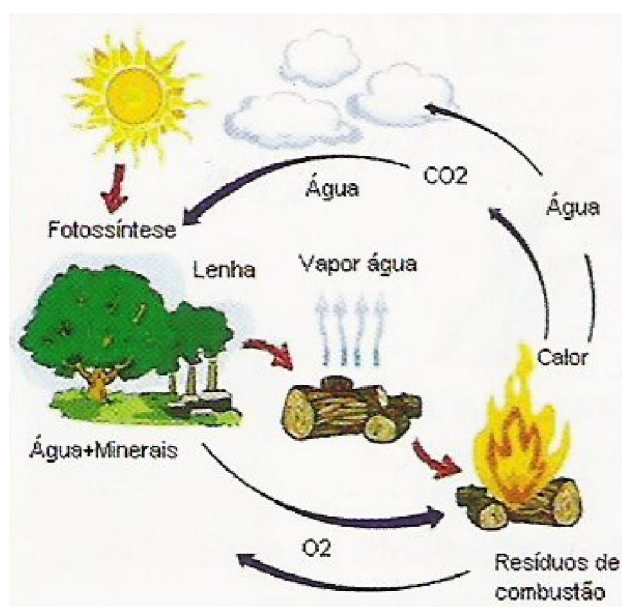


Figura 36 – Ciclo do carbono.

Fonte: <http://www.pelletslar.com/?pid=34&selID=34%7C45>

Dentro dos recursos biomássicos podemos encontrar qualquer fonte de energia orgânica, como por exemplo, resíduos agrícolas e florestais, plantas aquáticas, lixo doméstico, entre outros. Quanto à sua disponibilidade esta varia consoante alguns factores, tais como, a região, o clima, a densidade populacional, consequentemente, as infra-estruturas, a recolha e o manuseamento devem ser adaptados às especificidades do processo que se quer explorar (FOCER, 2002a).

Neste sentido, existem plantações de árvores ou plantas que são cultivadas com o objectivo de produzir energia. São seleccionadas árvores/plantas que apresentam um crescimento rápido e que requerem baixa manutenção, sendo que o período de colheita oscila entre os três e os dez anos e em alguns casos, podem ser podados várias vezes

durante o seu crescimento, de modo a incrementar a capacidade de colheita das plantações energéticas. Exemplos como, a cana do açúcar, trigo, girassol, algas e plantas aquáticas, podem ser utilizados para produzir energia e produzir combustíveis líquidos como o biodiesel e o etanol (Collares-Pereira, 1998; FOCER, 2002a).

Concomitantemente com o cultivo das plantações energéticas existe um controlo da erosão e degradação dos solos e ainda ser benéfico para os agricultores. O aspecto negativo apontado a este tipo de plantações é o tamanho das mesmas, pois é necessária uma extensão vasta para que a produção de energia seja rentável (Ribas, et al., 2008)

No que diz respeito aos resíduos florestais estes são importantes como recurso biomássico, todavia é mal aproveitado pois cerca de 20% de cada árvore é utilizada para a produção de madeira, podendo o restante ser aproveitado para a produção de calor e vapor. O mesmo acontece para os resíduos agrícolas. Também nas indústrias alimentares são produzidas quantidades enormes de resíduos que podem ser utilizados para a produção de energia, pois contêm um elevado nível de hidratos de carbono que podem ser transformados em combustíveis gasosos. De forma semelhante acontece no lixo doméstico pois as componentes resultantes da decomposição do lixo apresentam um valor energético significativo e que pode ser utilizado para a produção de energia limpa (Bonny, 1996; CELPA, 2004; Junior, et al., 2003).

Para se estudar a viabilidade económica e técnica deste processo, é fundamental ter em atenção alguns factores e elementos que o caracterizam (FOCER, 2002a) (cf. Tabela 22).

Tabela 22 – Factores que caracterizam a Biomassa.

Fonte: FOCER (2002)

Elementos que caracterizam a Biomassa	
Tipo de biomassa	Os recursos biomássicos podem ser de diferentes estados físicos que determinam a exequibilidade técnica e económica dos processos de transformação energético que podem ser utilizados em cada tipo em específico (ex.: os resíduos florestais requerem a utilização de processos de combustão directa ou processos termo-químicos).
Composição física e química	Determinam o tipo de combustível ou subproduto energético que se pode produzir e as características físicas influenciam o tratamento prévio que seja preciso aplicar.
Teor de humidade	Relação entre a massa de água por quilograma de matéria seca, ou seja, para o processo de transformação energético é necessário um

	teor inferior a 30%, quando este valor é superior é preciso outros processos prévios.
Percentagem de cinzas	Relação entre a quantidade de matéria sólida não combustível por quilograma de matéria e, em certos casos, as cinzas podem ser utilizadas no processo de biomassa.
Valor calórico	Parâmetro que determina a energia disponível na biomassa e encontra-se directamente relacionada com o teor da humidade
Densidade	Relação entre o peso por unidade de volume do material num dado estado físico (ex.: densidade elevada favorece a relação de energia por unidade de volume, sendo necessário equipamentos de tamanho inferior, aumentando o período de carga).
Recolha, transporte e manuseamento	Factores determinantes nos custos de investimento e de funcionamento de todo o processo de transformação de energia.

Para que a biomassa possa ser utilizada para fins energéticos, é fundamental que o processo de conversão seja o mais adequado à sua utilização e transporte e, por isso, pode ser convertido em carvão vegetal, briquetes, gás, etanol e electricidade. Para tal, existem três processos de conversão: 1) processos de combustão directa; 2) processos termo-químicos e 3) processos bio-químicos (cf. Figura 37).

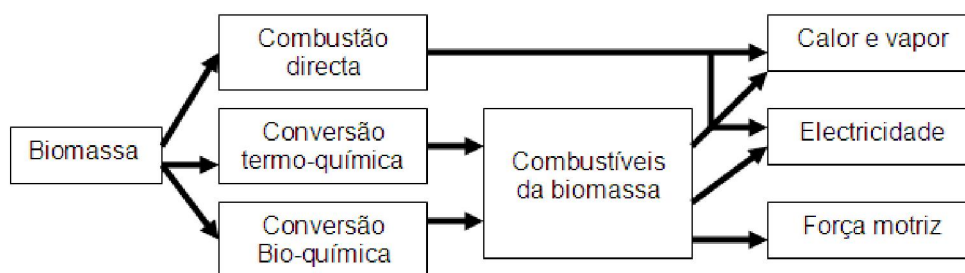


Figura 37 – Processos de conversão e formas de energia.

Fonte: FOCER (2002)

Os processos de combustão directa são os mais antigos e os mais utilizados, sendo aplicados para produzir calor que pode ser directamente utilizado. Tratam-se de sistemas simples, como estufas, fornos e caldeiras. No entanto são processos ineficientes pois muita

da energia libertada é desperdiçada e pode provocar contaminação quando não devidamente controlada, sendo que isto pode ser colmatada com melhoria e ajustes no equipamento e no desenho do mesmo. Dentro destes processos, insere-se o processo de densificação que permite compactar a biomassa em briquetes que permite um melhor armazenamento e transporte, bem como auxiliar a sua utilização (FOCER, 2002a; Junior, et al., 2003) (cf. Figura 38).

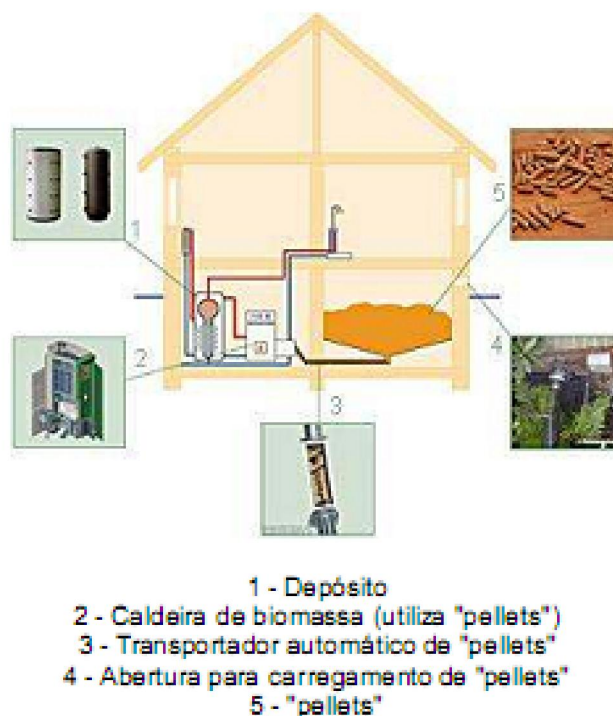


Figura 38 – Sistema de combustão para a produção de electricidade.

Fonte: Pires e Pincante (2007)

Através do segundo tipo de processo, existe a transformação de biomassa num produto de valor elevado, com uma densidade e valor calorífico superior, possibilitando uma melhor utilização e transporte. Dentro deste processo, insere-se o processo de produção de carvão vegetal. Este é a forma mais comum da conversão termo-química. Também a gaseificação é um tipo de pirólise onde é utilizada uma maior quantidade de oxigénio a temperaturas elevadas, com o intuito de otimizar a produção do chamado gás pobre (mistura de monóxido de carbono, hidrogénio e metano, com quantidades inferiores de dióxido de carbono e nitrogénio). Pode ser utilizado para produzir calor e electricidade. Comparativamente à biomassa original, a gaseificação apresenta um conjunto de pontos a favor, são eles: 1) é mais versátil e pode ser utilizado para os mesmos fins que o gás

natural; 2) produz calor, vapor e electricidade e 3) produz combustível livre de impurezas e menores problemas de contaminação (FOCER, 2002a).

No último tipo de processo de conversão são utilizadas as especificidades bioquímicas da biomassa e acção metabólica para produzir combustíveis gasosos e líquidos. Dentro deste tipo de processo estão inseridos outros, como a digestão anaeróbica, os combustíveis alcoólicos, o biodiesel e o gás de aterros sanitários. A digestão anaeróbica consiste na digestão de biomassa humedecida por bactérias num ambiente sem oxigénio que produz um gás intitulado de biogás. Já os combustíveis alcoólicos da biomassa podem-se produzir combustíveis líquidos, tais como, o etanol e o metanol; o primeiro é conseguido através da fermentação de açúcar e o segundo pela destilação destrutiva de madeira. O biodiesel é constituído por ácidos gordos e ésteres alcalinos resultantes de óleos vegetais, gordura animal e gorduras recicladas, sendo que reduz significativamente o impacto de emissões de fumos e de odores. Quanto ao gás dos aterros sanitários, este é produzido por um gás combustível da fermentação dos resíduos sólidos dos aterros sanitários, uma mistura de metano e dióxido de carbono. Este gás tem um impacto no ambiente bastante inferior, pois diminuiu a contaminação, a quantidade de gases e o risco de explosões (FOCER, 2002a; Macedo, 2001).

Nos dias de hoje, o processo mais utilizado, como foi referido anteriormente, é o de combustão directa, no entanto, os processos de gaseificação e de digestão anaeróbica são mais eficientes e adequados, todavia apresentam um custo bastante elevado. Posto isto, a biomassa pode ser transformada em diversas formas de energia, tais como, calor e vapor, combustível gasoso, biocombustíveis, electricidade e co-geração (calor e electricidade) (FOCER, 2002a).

Este tipo de processo pode ter diversas aplicações, como no ramo doméstico, no ramo da indústria e no ramo comercial. A utilização de lenha é uma das causas primordiais da desflorestação e a causa desta é o corte de árvores para comercializar e a transformação dos bosques em campos agrícolas. Neste sentido, para diminuir o consumo de lenha, foram desenvolvidos alguns programas de estufas, tornando-as mais eficientes. Com o uso destas, permitiu, não só a redução do consumo de lenha, fumo, economia de tempo, saúde e segurança (Macedo, 2001).

Para além do uso doméstico, a biomassa é utilizada como fonte de energia nas industriais, tais como, produção de calor (utilizado nos processos de secagem de produtos agrícolas), co-geração (utilizado no processamento de café e açúcar), produção de energia eléctrica, fornos industriais (utilizado na secagem de grãos e outros produtos agrícolas) e caldeiras. Este tipo de processos também pode ser utilizado no ramo comercial, como por

exemplo, restaurantes e pequenos negócios e os equipamentos utilizados são de melhor qualidade quando comparados com as estufas domésticas referidas anteriormente (FOCER, 2002a).

No que diz respeito aos custos de investimento sobre qualquer sistema de transformação de biomassa dependem de três elementos básicos: 1) o volume e o tipo de biomassa; 2) o processo de transformação e 3) aplicação de energia. Quanto ao primeiro elemento, enquanto o volume determina o tamanho do sistema, o tipo determina os tratamentos prévios e posteriores. No que respeita ao segundo elemento, a tecnologia escolhida depende do grau de complexidade do sistema. Já para o último elemento, a finalidade do sistema tem forte influência no custo total da instalação.

Dadas as particularidades da biomassa, não é possível determinar o custo de investimento exacto. Neste sentido, em sistemas pequenos ou médios, pode ser previsto um período de retorno inferior a cinco anos (CELPA, 2004).

Deste modo, estes processos não têm como intuito a conversão energética, mas sim o tratamento de resíduos e, conseqüentemente, a energia obtida é considerada um subproduto aproveitável.

O aproveitamento de biomassa acarreta um conjunto de pontos positivos para o meio ambiente, porque é capaz de moderar as alterações climáticas e o aquecimento global, minimizar a frequência de chuva ácida, impedir a erosão dos solos e a contaminação da água, desenvolver o habitat e ajudar na manutenção da saúde, bem como a estabilidade dos ecossistemas.

Para finalizar, apresentamos de forma simplificada, as vantagens e as desvantagens da biomassa (FOCER, 2002a) (cf. Tabela 23).

Tabela 23 – Vantagens e desvantagens da Energia da Biomassa.

Fonte: FOCER (2002a)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - captura do metano dos resíduos agrícolas e dos aterros sanitários e a substituição dos derivados do petróleo, ajudam a moderar o aquecimento e a contaminação da água; - os combustíveis biomássicos apresentam níveis ténues de enxofre e, por isso, não contribuem para chuvas ácidas; - a combustão de biomassa produz menos 	<ul style="list-style-type: none"> - a biomassa apresenta uma baixa densidade relativa de energia, ou seja, é necessário uma disponibilidade de grandes volumes para produzir potência; - a combustão incompleta produz matéria orgânica, monóxido de carbono e outros gases que são prejudiciais à

<p>cinza que a do carvão mineral;</p> <ul style="list-style-type: none">- a conversão dos resíduos para a produção de energia reduz significativamente os problemas provenientes da gestão dos mesmos;- a biomassa não está sujeito a alterações no preço da energia;- a utilização de recursos biomássicos podem promover as economias rurais, com a criação de postos de trabalho e reduzindo as pressões económicas sobre a produção agropecuária e florestal;- redução da contaminação da água e da erosão dos solos;- favorece a manutenção da biodiversidade.	<p>saúde e ambiente;</p> <ul style="list-style-type: none">- a produção e processamento da biomassa necessitam de combustível e fertilizantes, que se traduz num balanço reduzido no processo de conversão;- o potencial calórico da biomassa depende das mudanças de humidade, clima e na densidade da matéria-prima.
---	---

CAPÍTULO 4 – Casos Práticos

4. Introdução

Neste capítulo apresentamos casos práticos de implementação de sistemas de microgeração, onde são referidos as componentes técnicas e, teóricas e ainda, resultados quanto à rentabilidade do sistema.

4.1. Caso prático 1 – Energia Solar Fotovoltaica

O caso a seguir apresentado visa fornecer dados técnicos sobre a instalação de microprodução fotovoltaica localizada no concelho da Covilhã (cf. Figura 39).

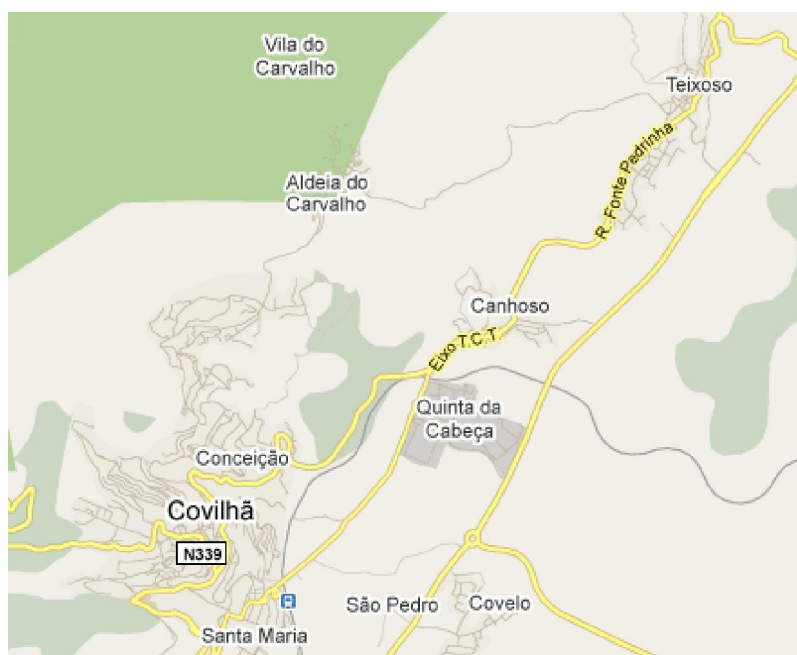


Figura 39 – Localização da instalação de microprodução fotovoltaica.

Esta instalação tem o seu enquadramento legal no âmbito do programa de microprodução, aplicável às instalações de pequena potência, designadas por microprodução, cujo regime jurídico é estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 363/2007, de 2 de Novembro.

O registo da instalação de microprodução foi efectuado no âmbito do regime tarifário bonificado datado em Julho de 2009 para uma potência de ligação de 3,68 kW.

O local de instalação é abastecido electricamente pela EDP e neste caso específico, com uma potência eléctrica monofásica contratada de 10,35 kVA, à qual está atribuído um código de ponto de entrega de consumo e também um código de ponto de entrega de produtor (cf. Figura 40).



Figura 40 – Local da instalação.

- Descrição da instalação de microprodução

Como foi referido anteriormente, a instalação em causa está localizada no concelho da Covilhã, neste caso em particular, a unidade de microprodução é constituída apenas por conversão solar fotovoltaica, sendo nesta situação atribuída a taxa máxima referente à energia entregue na rede, ou seja, é facturado 0,6175€ por cada kWh.

A implantação do campo solar está localizado na zona frontal da habitação, sendo que o inversor e o quadro de protecção encontram-se localizados no exterior junto do campo solar.

O gerador solar fotovoltaico é constituído por 24 módulos fotovoltaicos e o mesmo encontra-se dividido em três ramais de oito módulos cada. Cada ramal é constituído por oito módulos ligados em série que, por sua vez, são ligados em paralelo no inversor.

Esta instalação possui um sistema, em corrente contínua, do campo fotovoltaico até ao inversor e outro em corrente alternada, do inversor até ao ponto de recepção da rede eléctrica de serviços público.

O campo fotovoltaico é isolado através de um interruptor seccionador bipolar de corrente contínua de corte geral acoplado ao inversor, situado na parte inferior do mesmo, estando o conjunto instalado junto do campo solar.

O inversor é isolado da rede eléctrica pública através do interruptor-disjuntor diferencial instalado no quadro de corrente alternada.

A interligação da instalação de microprodução é, por sua vez, desligada da rede eléctrica de serviço público através de um seccionador fusível, situado na portinhola de Consumo/Produção, acessível por técnicos da EDP, no muro de vedação na zona exterior do edifício, para operações de manutenção ou de reparação da rede.

- Características dos principais equipamentos que compõem o sistema

⇒ *Módulos fotovoltaicos*

Os módulos fotovoltaicos aplicados são monocristalinos. O painel é constituído por 72 células monocristalinas, cujas características intrínsecas permitem um reduzido coeficiente de tensão-temperatura e uma excepcional performance em condições de baixa luminosidade, produzindo mais energia por potência de pico do que outros painéis.

O campo fotovoltaico é constituído por 24 módulos fotovoltaicos monocristalinos da marca Chaori, modelo CRM-180, com potência máxima de 180 W cada módulo (cf. Figura 41).

		CRM170	CRM175	CRM180	CRM185
Potencia nominal	W	170	175	180	185
Tolerancia del módulo positiva (+ 2%)	[%]	+2	+2	+2	+2
Tensión en punto de máxima potencia (Vmpp)	[V]	35.0	35.0	35.0	35.0
Corriente en punto de máxima potencia (Impp)	[A]	4.86	5.00	5.15	5.28
Tensión de circuito abierto (Voc)	[V]	43.0	43.0	43.0	43.0
Corriente de cortocircuito (Isc)	[A]	5.27	5.42	5.58	5.73
Tensión máxima del sistema	[V]	1000	1000	1000	1000
Eficiencia del módulo	[%]	13.3	13.7	14.1	14.5
Coefficiente de temperatura de tensión de circuito abierto (Voc)	[%/K]	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146
Coefficiente de temperatura de corriente de cortocircuito (Isc)	[%/K]	4.7	4.7	4.7	4.7
Coefficiente de temperatura de potencia (Pmax)	[%/K]	-0.37	-0.38	-0.39	-0.40
TONC		45°C			
Número de células por módulo		72 células monocristalinas			
Dimensión de célula		125 x 125 mm			
Dimensión del módulo		1580 x 808 x 46 mm			
Peso		15 Kg			
Grosor del cristal		3,2 mm ± 0,1 mm			
Transparencia del cristal		≥ 91%, con tratado antireflejante			
Encastrado de las células		Etilvinilacetato (EVA)			
Condiciones de embalaje		2 módulos por caja, 588 módulos contenedor 40'			

Parámetros eléctricos para STC (1000 W/m², 25 (+/-)°C, AM 1.5 según EN 60904-3)

Figura 41 – Características dos módulos fotovoltaicos.

⇒ Inversor de ligação à rede

Na escolha do inversor, a eficiência é um dos critérios mais importantes a ter em conta, pois quanto maior a eficiência, menor são as perdas, convertendo a corrente contínua dos módulos solares para corrente alternada. Este inversor em concreto possui uma eficiência máxima em cerca de 95,6%, assegurando um rendimento elevado da instalação (cf. Figura 42).



Figura 42 – Inversor fotovoltaico.

As principais características deste equipamento passam por um sistema compacto e robusto, dotado de um sistema de refrigeração activo possibilitando a sua utilização para condições atmosféricas adversas.

Se existir radiação solar suficiente para injectar energia eléctrica na rede eléctrica de serviço público, o inversor transitará automaticamente para o modo de ligação à rede, sendo que esta transmissão poderá demorar alguns minutos a ser efectuada.

Este equipamento cumpre os regulamentos e legislação nacional no que respeita à qualidade do sinal eléctrico injectado na rede, constando da lista de equipamentos certificados publicados no site do programa “Renováveis na Hora”.

O inversor instalado é da marca SMA e modelo Sunny Boy 3800/v (cf. Figura 43) e apresentamos as suas características na Figura 44.



Figura 43 – Localização do inversor na instalação.

	SB 3300	SB 3800	SB 3800/V*
Entrada (CC)			
Potência CC máx.	3820 W	4040 W	4040 W
Tensão CC máx.	500 V	500 V	500 V
Amplitude de tensão fotovoltaica, MPPT	200 V - 400 V	200 V - 400 V	200 V - 400 V
Corrente máx. de entrada	20 A	20 A	20 A
Número de rastreadores MPP	1	1	1
Número máx. de strings (paralelos)	3	3	3
Saída (CA)			
Potência nominal CA	3300 W	3800 W	3680 W
Potência máx. CA	3600 W	3800 W	3680 W
Corrente máx. de saída	18 A	18 A	16 A
Tensão nominal CA / âmbito	220 V - 240 V / 180 V - 260 V	220 V - 240 V / 180 V - 260 V	220 V - 240 V / 180 V - 260 V
Frequência de rede CA (auto-ajustada) / âmbito	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4,5$ Hz	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4,5$ Hz	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4,5$ Hz
Factor de desempenho (cos ϕ)	1	1	1
Ligação CA	monofásica	monofásica	monofásica
Grau de rendimento			
Grau de rendimento máx. / Euro-Eta	95,2 % / 94,4 %	95,6 % / 94,7 %	95,6 % / 94,7 %

Figura 44 – Características do inversor.

⇒ *Contador Trifásico Multitarifa*

A energia produzida pela instalação é contabilizada pelo contador trifásico multitarifa, neste caso em particular, da marca SIEMENS Landis+Gyr modelo ZMG310CR equipado com modem GSM para telemetria da medição (cf. Figura 45).



Figura 45 – Contador Trifásico Multitarifa.

⇒ *Seguidor*

A utilização de sistemas de reajustamento incrementa consideravelmente o rendimento de um sistema fotovoltaico. O reajustamento movimenta os módulos solares na direcção do sol, de maneira a que a superfície destes se encontre no melhor ângulo para captar os raios solares, garantindo uma maior eficiência.

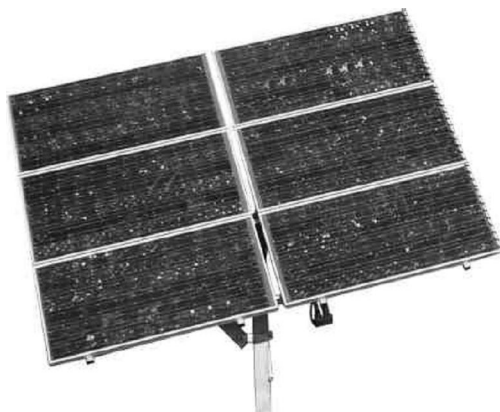


Figura 46 – Seguidor.

O reajustamento neste caso é realizado apenas num eixo, com o apoio de um pequeno módulo solar que funciona como fonte de energia para o mecanismo de accionamento.

A instalação está dotada de um sistema composto por dois seguidores da marca Lorentz modelo Etatrack active 1500.

- Estimativa da Produção

Através de software “SMA Sunny Design” próprio dos equipamentos que compõem o sistema foi possível realizar uma estimativa da possível produção anual. É de referir que para a zona climática onde se encontra instalado o sistema em estudo, não existe até à data, elementos que permitam fazer uma previsão para este local. Posto isto, considerou-se como referência a zona geográfica de Lisboa. Na figura seguinte podemos observar a estimativa obtida.

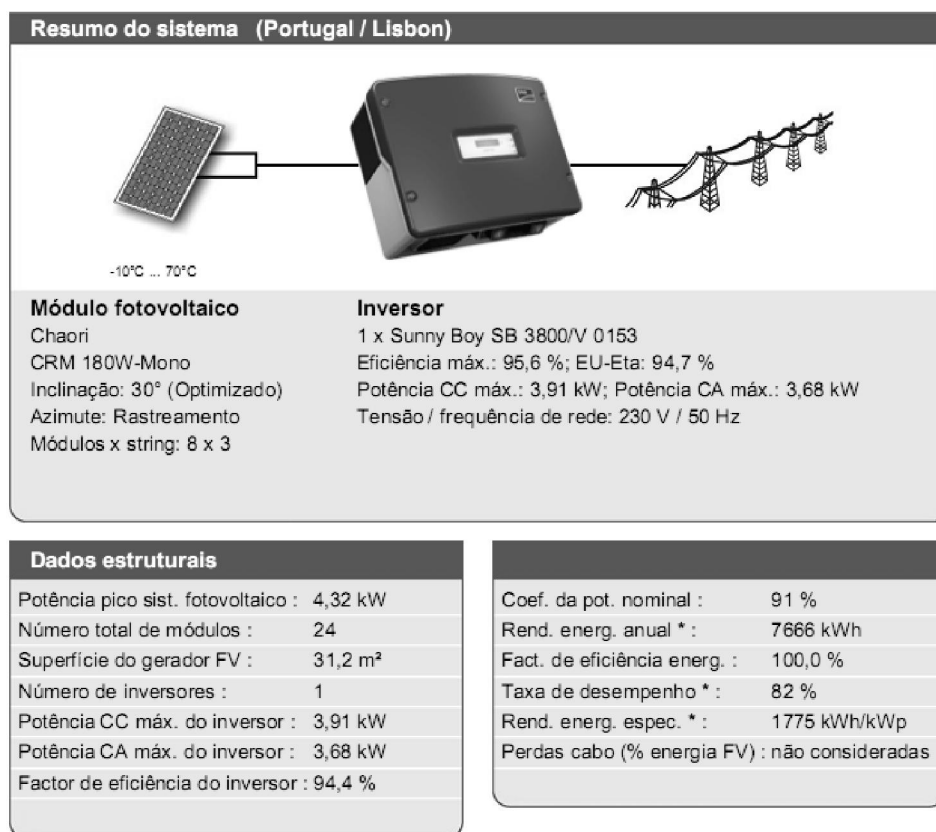


Figura 47 – Previsão efectuada pelo software “SMA Sunny Design”.

- Monitorização do sistema

Em baixo está apresentado a produção real que o sistema fotovoltaico produziu até à presente data.

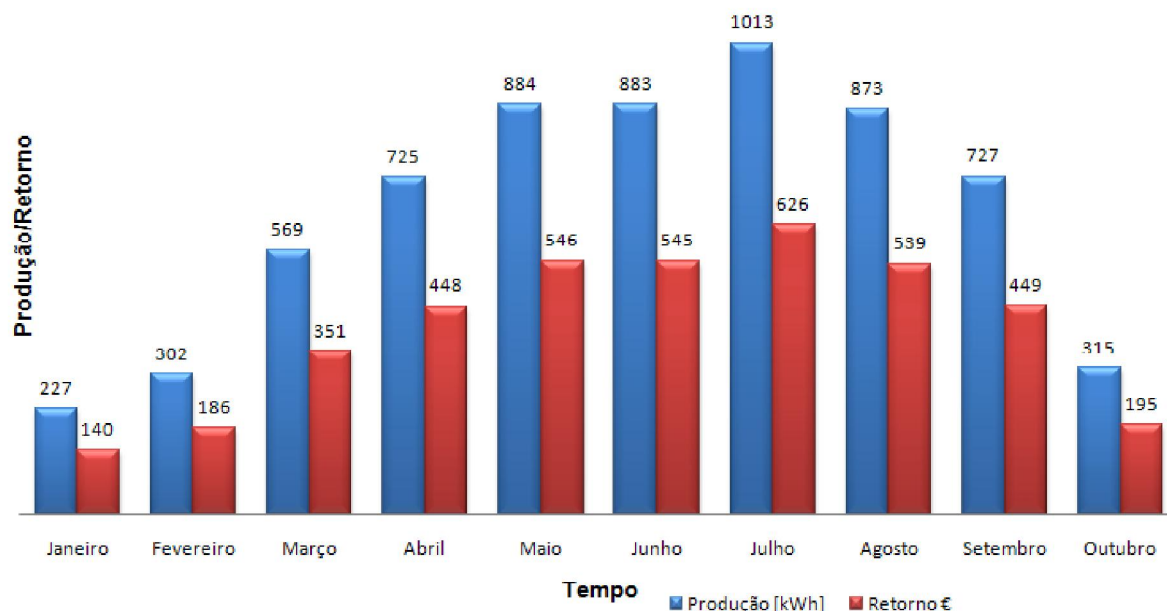


Figura 48 - Produção real que o sistema fotovoltaico produziu até à presente data.

Em suma, tendo em conta que a instalação teve o seu arranque no dia 19 de Janeiro de 2010, os dados apresentados reportam-se apenas aos primeiros 9 meses de produção, especificamente, entre o dia 19 de Janeiro e o dia 19 de Outubro do presente ano. Verifica-se que o total de produção acumulada é de 6518 kWh correspondendo a um total de 4.025,00 €. O número total de horas solares é de 3488 para um total de dias de produção de 273. Comparando com os valores estimados pela própria marca do inversor para uma instalação deste tipo, estima-se que a produção anual é de 7666 kWh. Na tabela seguinte podemos observar os dados reais.

Tabela 24 – Monitorização dos dados reais da instalação.

Registo de Dados	
Total de Energia Acumulada	6518 kWh
Total de dias de serviço	273 dias
Total de horas de serviço	3488 horas
Média de produção mensal	724 kWh
Média de produção diária	23,88kWh
Média de horas de serviço diárias	12,78 horas
Retorno de produção acumulada	4.024,87 €
Retorno de produção mensal	447,07 €
Retorno de produção diária	14,75 €

Da análise da tabela pode-se constatar que a previsão e o que realmente o sistema produziu encontra-se desfasado. No entanto, é necessário referir que a estimativa é para uma instalação similar na zona geográfica de Lisboa, que normalmente é uma zona mais favorável, em termos de radiação solar, do que a do concelho da Covilhã. Uma instalação fotovoltaica similar à apresentada representa um investimento em cerca de 23.000,00 €. Posto isto, poderá afirmar-se que em média existirá um retorno de 5.000,00€ por ano, sabendo que nos primeiros cinco anos de funcionamento, a taxa de venda do kWh produzido irá manter-se inalterável. Poderá concluir-se que o investimento inicial irá ser amortizado em cinco anos, na actual conjuntura económica, representando um investimento considerado seguro e que poderá estar ao alcance de qualquer pequeno investidor.

4.2. Caso prático 2 – Energia Solar Térmica

O segundo caso de estudo em questão é o de um sistema solar térmico de circulação forçada, em que o acumulador é instalado separadamente dos painéis solares. Este é colocado verticalmente, o que resulta numa melhor estratificação dos níveis de temperatura e, conseqüentemente, num maior aproveitamento da energia solar. Este facto leva a que o sistema de apoio funcione por um tempo útil inferior, que se traduz numa maior poupança de energia. Assim, se o acumulador for colocado num local protegido existe uma

diminuição significativa das perdas térmicas do depósito. Outra vantagem deste sistema diz respeito à sua estética, uma vez que o acumulador não precisa de ser colocado no telhado.

O sistema solar térmico em causa está instalado no concelho da Covilhã e foi colocado ao abrigo da Medida solar térmico 2009. A instalação foi dimensionada tendo em consideração os constituintes do agregado familiar e o seu perfil de utilização. Neste caso em específico, o agregado é constituído por quatro utilizadores de água quente sanitária.



Figura 49 – Sistema Solar Térmico – Circulação forçada.

- Equipamentos constituintes do Sistema solar Térmico

⇒ **Colector** – São instalados no exterior, normalmente em coberturas cujo local não seja afectado por sombreamentos, geralmente orientados a sul e com a inclinação adequada à latitude do local. Os colectores podem ser instalados verticalmente ou horizontalmente, possuindo um elevado grau de eficácia. Outras características importantes são: tempo útil de vida elevado, construção robusta, resistente à intempérie e temperatura, perda reduzida de calor, elevados índices de isolamento (cf. Figura 50 e 51).



Figura 50 – Colectores instalados na cobertura.

Dados técnicos SK500		
Designação	SK500N	SK500L
Tipo de colector	Colector plano	
Tipo de montagem	Sobre o telhado	
Superfície bruta	2,57 m ²	
Área de abertura	2,3 m ²	
Superfície do absorvedor	2,2 m ²	
Altura	2079 mm	1239 mm
Largura	1239 mm (incl. união roscada: 1257 mm)	2079 mm (incl. união roscada: 2098 mm)
Profundidade	100 mm	
Peso em vazio	44 kg	
Conteúdo do colector	1,6 l	
Ligações	Uniões de ligação de 1", sempre em cima à esquerda e à direita	
Absorvedor	absorvedor de superfície em cobre estruturada com revestimento altamente selectivo	
Grelha	Circuito em forma de harpa	
Absorção (α)	0,95	
Emissão (ϵ)	0,05	
Caixa	Cuba em alumínio	
Isolamento térmico	Lã mineral de 50 mm, incl. isolamento marginal	
Vidro do colector	Vidro solar de segurança endurecido e pobre em ferro de 3,2 mm	
Número de vidros	1	
Rendimento óptico η_0	0,82	
Modificador de ângulo K_{50°	0,95	
Rendimento mínimo	525 kWh/(m ² a)	
Pressão máx. de serviço	10 bar	
Temperatura de estagnação	180 ° C mais temperatura ambiente	
Caudal recomendado	15 - 40 l/h por m ²	
Ligação do módulo	Máx. 6 unidades em série *	
Inclinação mínima do colector	15 SDgr	
Inclinação máx. do colector	75 SDgr	

Figura 51 – Características dos colectores.

⇒ **Acumulador de águas quentes sanitárias** – Este equipamento tem como função o armazenamento das águas quentes sanitárias e como requisitos principais a ter em conta no momento de escolha são: alta capacidade calorífica, volume do depósito reduzido, temperatura de utilização de acordo com a necessidade energética, rápida resposta ao consumo, boa integração no edifício, baixo custo, segurança e longa duração.

	Unidade	SKL300	SKL400	SKL500
Volume	l	300	400	500
Diâmetro (com isolamento)	mm	600	700	700
Altura (com isolamento)	mm	1834	1631	1961
Medida da diagonal do depósito (com isolamento)	mm	1930	1745	2082
Peso	kg	140	160	175
Pressão de serviço adm. para AQS	bar	10	10	10
Pressão de serviço adm. para permutador superior (sistema aux.)	bar	10	10	10
Pressão de serviço adm. para permutador inferior (sistema solar)	bar	10	10	10
Temperatura de serviço adm. para AQS	SDgr C	95	95	95
Temperatura de serviço adm. para permutador superior (sistema aux.)	SDgr C	110	110	110
Temperatura de serviço adm. para permutador inferior (sistema solar)	SDgr C	110	110	110
Superfície do permutador superior (sistema aux.)	m ²	0,81	1,00	1,28
Superfície do permutador inferior (sistema solar)	m ²	1,49	1,83	2,11
Volume do permutador inferior (sistema solar)	l	10,4	12,8	14,7
Volume do permutador superior (sistema aux.)	l	5,6	6,9	8,9
Indicador de rendimento N _i superior	N _i / kW	2,5 / 27	5,7 / 31	8,9 / 40
Indicador de rendimento N _i inferior	N _i / kW	4,1 / 45	9,4 / 51	16 / 65
Perdas durante a estagnação	kWh/24h	2,6	2,9	3,3
Avanço de aquecimento HV	R	1"	1"	1"
	mm	1488	1354	1604
Retorno do aquecimento HR	R	1"	1"	1"
	mm	1120	1006	1114
Avanço solar SV	R	1"	1"	1"
	mm	1028	895	940
Retorno solar SR	R	1"	1"	1"
	mm	254	220	220
Água quente WW	R	1"	1"	1"
	mm	1725	1523	1855
Água fria KW	R	1"	1"	1"
	mm	90	55	55
Circulação Z	R	3/4"	3/4"	3/4"
	mm	1243	1111	1264
Bainhas submergíveis	mm	Ø16x200	Ø16x200	Ø16x200
Bainha submergível do aquecimento FH	mm	1353	1223	1409
Bainha submergível solar FS	mm	403	340	340
1 manga de 1/2" para aquecimento E EHP	mm	1078	957	1040
Flange F, D _i / TK / D _a	mm	110 / 150 / 180		
Ânodo A	mm	Ø26x1100	Ø26x900	Ø26x1100

Figura 52 – Características do acumulador.

Normalmente estes equipamentos são dispostos verticalmente, para favorecer a estratificação da água, sendo que através desta disposição asseguramos que a água mais quente se encontra na parte superior do depósito, que é precisamente de onde se extrai a água para o consumo sanitário.

⇒ **Bomba circuladora do circuito primário** – A movimentação do fluido térmico no circuito primário realiza-se com a ajuda de bombas circuladoras, que fornecem ao fluido, energia necessária para poder transportá-lo a uma determinada pressão. Esta energia deve vencer a resistência que opõe o fluido à passagem pelo tubo e ao aumento de altura para manter a pressão de trabalho em qualquer ponto da instalação. A bomba circuladora coloca-se no retorno do circuito primário, isto é, na tubagem de ida para os colectores e na parte mais baixa da instalação para trabalhar com a altura manométrica adequada. Geralmente, estes equipamentos são do tipo centrífugas, silenciosos e de baixa manutenção.

⇒ **Termóstato diferencial controlo automático** – Os circuladores devem funcionar só quando os colectores puderem ter um ganho útil e devem parar quando o rendimento for negativo, isto é, quando a temperatura à saída do colector for inferior à temperatura do depósito. Isto acontece ou quando a radiação é baixa ou quando o depósito já está quente, através do termóstato diferencial e com as sondas de temperatura. As sondas são colocadas quer no depósito, quer no colector. O termóstato compara as temperaturas correspondentes fazendo accionar o circulador quando for necessário.

⇒ **Outros equipamentos do sistema:**

Anteriormente foram especificados os equipamentos mais importantes do sistema, contudo existem outros que também são necessários ao funcionamento do sistema:

- Vaso de expansão fechado que serve para acomodar as dilatações do aquecimento das águas;

- Purgadores de ar encarregues de evacuar o ar contido no fluido térmico;
- Válvulas de segurança que actuam como elementos limitadores de pressão dos circuitos e são imprescindíveis para proteger os elementos da instalação;
- Válvulas misturadoras termostáticas que permitem uma utilização racional de água e energia.

- Estimativa do desempenho do sistema solar térmico

Neste tipo de sistemas é difícil poder fazer uma comparação entre os valores reais e os valores estimados. Assim, é sempre necessário existir um *feedback* da informação, sobre o desempenho do sistema por parte dos utilizadores do mesmo.

Posto isto, delineou-se um perfil de utilização com as seguintes características (cf. Figura 53):

- Temperatura nominal da água de consumo de: 50°C.
- Temperatura de abastecimento ao depósito de: +/- 12°C.
- Perfis de consumo em litros.

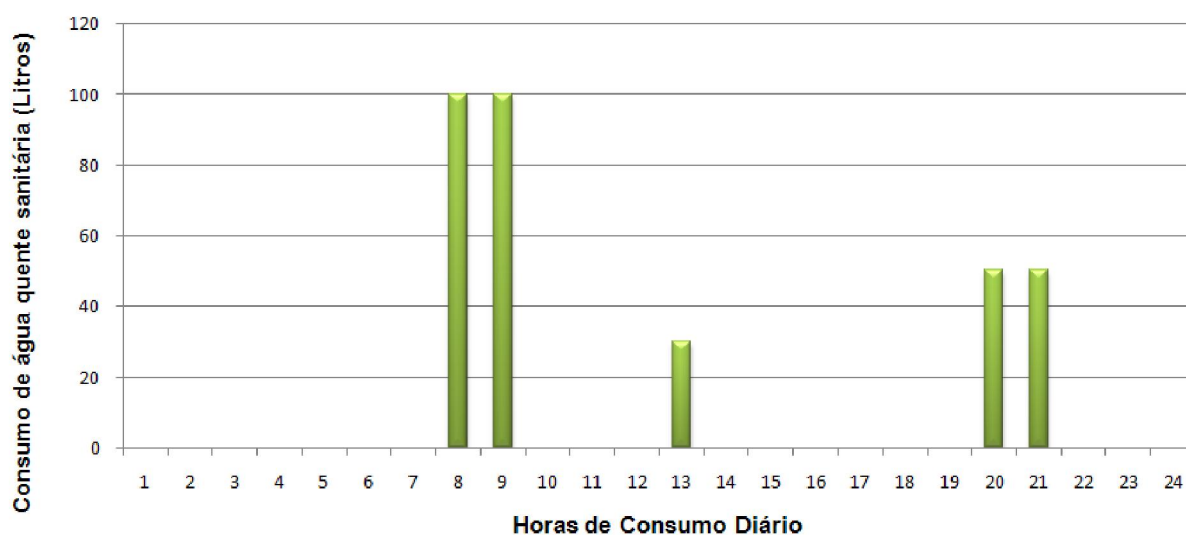


Figura 53 – Perfil de utilização.

Tendo em conta o perfil de utilização, obteve-se o seguinte balanço energético mensal (cf. Figura 54):

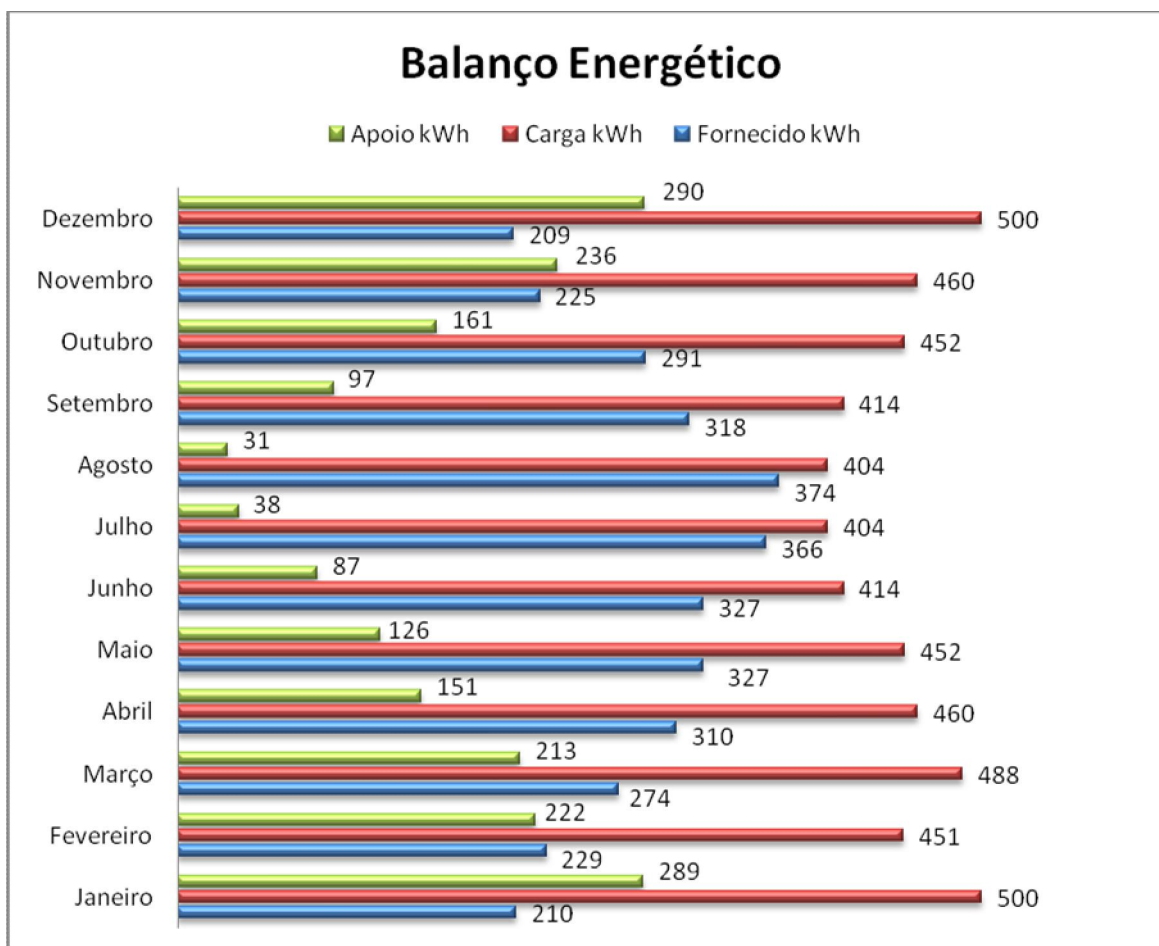


Figura 54 – Balanço energético mensal da instalação.

Após análise de resultados verifica-se que neste sistema:

- a fracção solar é de 64% com um rendimento global anual de 43%.
- o próprio sistema solar consegue disponibilizar um total de potência de 3459 kWh, para um total necessário de 5401 kWh.

No entanto, após contacto com os próprios utilizadores, constatou-se que o sistema em si, nunca necessitou de qualquer apoio para o consumo das águas quentes sanitárias

desde o mês de Abril até à presente data. Quer isto dizer, que o valor estimado não representa a realidade, estando em excesso no seu valor, o que é sempre positivo para o objectivo final.

É de extrema importância este tipo de análises, de modo a possibilitar uma racional e adequada utilização do sistema, rentabilizando o melhor possível o sistema em causa. Este tipo utilização permite também uma maior economia financeira. Como desvantagem apresentamos o elevado custo de investimento inicial, como foi referido anteriormente no capítulo das tecnologias de microgeração, uma vez que, este ronda os 3.000€. No entanto, para utilizações em que é preciso uma necessidade de consumo de água quente sanitária muito elevada, o tempo de retorno diminui drasticamente.

CAPÍTULO 5 - Conclusões

5. Introdução

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões resultantes da presente dissertação. Através da realização deste trabalho são também apresentadas algumas sugestões para estudos futuros na área do desenvolvimento de microgeração em Portugal.

5.1. Conclusão

A presente dissertação foi delineada de modo a ser utilizada por potenciais usuários de sistemas de microgeração. Trata-se de uma temática bastante actual e que tem despoletado um aumento de interesse por parte das pessoas sobre esta alternativa de produção de electricidade.

Assim, este trabalho apresenta uma panóplia de informação relacionada com a microgeração, tais como, 1) o processo de certificação, 2) as diversas e distintas tecnologias, 3) o enquadramento legal, 4) os aspectos teóricos, 5) as componentes económicas e 6) os impactes ambientais.

É de referir que não existe concretamente uma tecnologia superior às restantes, pois é necessário averiguar qual poderá ter melhor desempenho de produção energética e melhor viabilidade do investimento efectuado.

Deste modo, a forma de instalação das diferentes tecnologias também apresenta graus distintos de complexidade, visto que, a qualidade da instalação será preponderante para o desempenho da mesma.

É de salientar a importância dos estudos prévios sobre o dimensionamento do sistema, bem como, ter conhecimento da informação referente à remuneração aplicada aos

diferentes regimes, pois esta análise é fundamental para a viabilidade financeira de uma determinada instalação.

Neste sentido, apresentamos na presente dissertação os benefícios em termos económicos e em termos ambientais de uma dada tecnologia de microgeração. No que respeita às questões económicas, os benefícios passam pela criação de empresas na área energética, criação de postos de trabalho, receitas a médio prazo para os produtores. Estes elementos permitem um maior desenvolvimento científico neste âmbito e, conseqüentemente, à exportação de tecnologia. Especificamente no caso dos produtores, a utilização de tecnologias de microgeração possibilita uma redução na factura da electricidade, obtendo uma fonte de receita, garantindo uma maior segurança no fornecimento. No que concerne aos aspectos ambientais, apontamos as reduções nas emissões de gases nocivos e uma redução no consumo de recursos fósseis.

De forma geral, o objectivo estabelecido previamente para a realização da presente dissertação foi plenamente atingido, e até superado, visto que foi efectuado um estudo aprofundado referente à microgeração e suas tecnologias, de modo a providenciar uma informação mais alargada e necessária para os potenciais produtores. Ainda, foram apresentados dois casos de estudo práticos, de elevado interesse e aplicabilidade.

5.2. Direcções de investigação

Poderá ser importante avaliar, individualmente, cada uma das diferentes tecnologias de microgeração, em termos de viabilidade financeira e em termos energéticos e ambientais. A falta de informação em relação à implementação destes sistemas pode ser um obstáculo para a microgeração e o futuro passa pela produção de energia através de fontes de energia renovável.

Parece também relevante continuar com estudos e investigação nesta área, na medida em que são ainda poucos os estudos no âmbito da microgeração, que englobem os seus benefícios, as vantagens e desvantagens, o ambiente e a economia, sendo estes elementos fundamentais para minimizar a falta de informação e promover a utilização/implementação deste tipo de sistemas.

Bibliografia

- Abrantes, P., & Silveira, H. (2009). Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humanas. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 27(2), 71-86.
- Ajona, J. I., Rubio, J. M., & Cañada, P. (2003). Mantenimiento en instalaciones de energía solar. *Monográfico Mantenimiento*, 92-108.
- Albano, J. M. M. (2009). *Estudo Comparativo entre Sistema de Produção Clássico e Sistema com Energias Alternativas Dimensionamento Energético de uma estação de Telecomunicações*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Almeida, A., Patrão, C., Fonseca, P., & Moura, P. (2005). *Manual de boas práticas de eficiência energética*. Coimbra: BCSD Portugal.
- Almeida, J. M. G. (2008). Alterações climáticas globais. *Plenarium*, 5(5), 198 - 209.
- Alves, R. (2008). *Mudança no paradigma Energético: Microgeração em Portugal*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Arona, F., & Rodríguez, C. (1996). Estado tecnológico del aprovechamiento de la energia eolica. In U. D. Garrido (Ed.), *Energía y Medio Ambiente*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- ASIF (2003). *Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid* (3ª ed.). Madrid: Imprenta Modelo.
- Assunção, A. M. C. (2008). *Integração de Microgeração em Larga Escala nas Redes de Baixa Tensão*. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Baitelo, R. (2007). R]evolução energética: perspectivas para uma energia global sustentável. *Democracia Viva*, 36, 3-7.
- Barros, A. L., Mayorga, M. I., Lima, P. V., & Ramalho, F. P. (2005). *Análise da Importância da Energia Solar nas Comunidades Rurais: Um estudo de caso*. Paper presented at the XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural.
- Bastianon, R. A. (1994). *Energía del viento y diseño de turbinas eolicas* (2ª ed.). Buenos Aires: Tiempo de Cultura Ediciones.
- Benito, T. P. (2009). *Práticas de energia solar fotovoltaica*. Porto: Publindustria Edições Técnicas.
- Bermann, C. (2008). Crise Ambiental e Energias Renováveis. *Energía, Ambiente e Sociedade/Artigos*, 20-29.

- Bonny, A. L. (1996). Energia y residuos. In U. D. Garrido (Ed.), *Energía y Medio Ambiente*. Valladolid: Universidade de Valladolid.
- Caetano, F. (2007). Alterações climáticas - Métodos para socorrer o Mundo. *Ingenium*, 102, 24-27.
- Cardoso, A. S. (2007). *Remuneração de Energias Renováveis em Portugal*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Castanheira, L., & Gouveia, J. B. (2004). *Energía, ambiente e desenvolvimento sustentável*. Porto: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação.
- Castrillo, A. M. (1996). Fundamentos de la energia solar fotovoltaica: aplicaciones. In U. D. Garrido (Ed.), *Energía y Medio Ambiente*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Castro, R. (2007). *Introdução à energia mini-hídrica*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Castro, R. M. G. (2002). *Introdução à energia fotovoltaica*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Castro, R. M. G. (2007). *Introdução à energia eólica*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Catalão, J. (2003). *Planeamento Operacional de curto-prazo de sistemas de energia hidroeléctricos*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Catalão, J., Mariano, S., Mendes, V., & Ferreira, L. (2007). Optimização da Exploração de Recursos Hídricos considerando o Efeito de Queda *Investigação Operacional*, 27, 37-52.
- CELPA (2004). *Centrais Eléctricas de Biomassa - Uma opção justificável*. Lisboa: CELPA Edições.
- Collares-Pereira, M. (1998). *Energias renováveis, a opção inadiável*. Lisboa: SPES - Sociedade Portuguesa de Energia Solar.
- DGGE (2004). *Utilização de colectores solares para aquecimento de água no sector doméstico* (2ª ed.): DGGE.
- Duarte, F. (2007). Emissão de Gases com Efeitos de Estufa. *Ingenium*, 102, 96-100.
- Duarte, T. A. (2010). *A microgeração e o Poder Local*. Universidade de Coimbra Coimbra.
- EDP (2006). *Guia prático da Eficiência Energética - o que saber & fazer para sustentar o futuro*. Lisboa: Sair da Casca.
- FOCER (2002a). *Manuales sobre energía renovable: Biomasa* (1ª ed.). San José: Biomass Users Network.
- FOCER (2002b). *Manuales sobre energía renovable: Eólica*. San José: Biomass Users Network.

- FOCER (2002c). *Manuales sobre energía renovable: Hidráulica a pequeña escala* (1ª ed.). San José: Biomass Users Network (BUN-CA).
- FOCER (2002d). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica* (1ª ed.). San José: Biomass Users Network (BUN-CA).
- FOCER (2002e). *Manuales sobre energía renovable: Solar Térmica* (1ª ed.). San José: Biomass Users Network (BUN-CA).
- FORUM (2001). *Energias Renováveis em Portugal - Relatório Síntese* (Vol. 1ªed). Lisboa: ADENE / INETI.
- Gamboa, R. M. (2001). *Electricidade solar, estado actual e perspectivas*. Paper presented at the I Jornadas Ambientais – o Ambiente Litoral.
- Garrido, U. D. (1996). Energias Renovables y Medio Ambiente - Revisión de la Situación Actual y las Perspectivas de Futuro. In U. D. Garrido (Ed.), *Energía y Medio Ambiente*. Valladolid Universidad de valladolid.
- Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21 (59), 7-20.
- González, J. (1996). Minicentrales hidroelectricas. In U. D. Garrido (Ed.), *Energía y Medio Ambiente*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Joyce, P. L., Capela, J. R., & Vieira, A. R. (2004). O Oceano como Origem de Energias Renováveis. *Jornadas do Mar*, 506-513.
- Junior, F. T., Guimarães, J. L., Santos, G. A., Leite, A. M., & Barros, G. D. (2003). *Utilização de biomassa para briquetagem como fonte de energia alternativa e a disponibilidade deste recurso na região do Cariri-CE*. Paper presented at the XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Lebeño, E., & Costa, J. (2006). *Conversão Térmica da Energia Solar*. Lisboa: SPES.
- Macedo, I. (2001). Geração de energia eléctrica a partir de biomassa no Brasil: situação actual, oportunidades e desenvolvimento. *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*.
- Madeira, C., & Gomes, P. Z. (2007). Energias renováveis: como poupar, investir e ganhar. *Semanário Económico*, 6-8.
- Mafalda, J. (2010). Os sinistros e os seguros das Energias Renováveis. *Renováveis magazine - Revista técnico-profissional de Energias Renováveis*, 2(2), 10.
- Marques, S. (2007). *Energias Fósseis versus Energias Renováveis: proposta de intervenção de Educação Ambiental no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Universidade do Minho, Braga.
- Martinho, A. P. (2007). CO₂ reduzir, reduzir, reduzir. *Ingenium*, 102, 28-34.
- Martins, F. R., Guarnieri, R. A., & Pereira, E. B. (2008). O aproveitamento da energia eólica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(1), 2-13.

- Morais, J. (2009). *Sistemas Fotovoltaicos da Teoria à Prática*. Porto: Weidmuller.
- Moreira, M. F. T., Martins, J. S., & Afonso, J. L. (2004). Medidas Reguladoras, Normas e Legislação Portuguesa Aplicável às Energias Renováveis e Sugestões. *Simpósio sobre Energias Renováveis em Portugal, 4*, 225-230.
- Nascimento, T. (2008). A febre da microprodução. *Extra*, 77-83.
- Nobre, C. A. (2001). Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. *Parcerias Estratégicas, 12*, 239-258.
- Pacheco, F. (2006). Energias Renováveis: breves conceitos. *Conjuntura e Planeamento, 149*, 4-11.
- Panebianco, D. R. (2001). Energia Solar. *Revista ERA SOLAR 98*, 1-3.
- Pereira, M. C. (2005). A energia solar: aplicações térmicas. *Gazeta da Física, 29*, 30-35.
- Proença, E. (2007). *A energia solar fotovoltaica em Portugal - Estado-da-arte e Perspectivas de Desenvolvimento*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- PROTESTE (2008). Energia renovável produzir em casa - Negócio de família. *PROTESTE*, 13-15.
- Real, F. J. R. (2002). Las energías renovables y las políticas de ahorro energético en las Islas Canarias. *Boletín Económico de Ice, 2750*, 9-16.
- Ribas, C., Calonego, F. W., Fenner, P. T., & Pontinha, A. S. (2008). Aproveitamento de Biomassa Pós-Colheita Florestal de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. *Silva Lusitana, 16(1)*, 105 - 113.
- Rodrigues, Á. (2010). Desenvolvimento da Energia Eólica em Portugal. *Renováveis magazine - Revista técnico-profissional de Energias Renováveis, 2(2)*, 20-55.
- Roig, C. A., Silva, I. P., & Guerra, S. M.-G. (2009). Eficiência energética e o retorno às energias renováveis no século XXI. *Observatorio Iberoamericano del desarrollo local y la economía social 3(7)*, 1-11.
- Santamarta, J. (2004). Las energías renovables son el futuro. *World Match*, 34-40.
- Santos, E. C., Souza, L. C., Souto, J. S., & Filho, J. B. (2007). Energia Solar na fruticultura irrigada familiar. *Tecnologia & Ciência Agropecuária 1(2)*, 1-7.
- Santos, M., & Mothé, C. (2008). Fontes alternativas de energia. *Revista Analytica, 32*, 56-70.
- Santos, M. F., & Cartaxo, A. T. (2002). *Energias Renováveis em Complexos Desportivos*. Sintra: AMES, Agência Municipal de Energia de Sintra.
- SENAI.RO (2007). *Energias Renováveis*. Porto Velho: SENAI.RO.
- Shayani, R. A., Oliveira, M. A., & Camargo, I. M. (2006). Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais. *Políticas públicas para a Energia*, 1-16.

- Silva, J. F., & Ribeiro, L. T. (2006). Efeitos das alterações climáticas e da subida do nível do mar nos aquíferos costeiros. *Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*, 1-12.
- Simioni, C. A. (2006). *O uso de energia renovável sustentável na matriz energética Brasileira: obstáculos para o planeamento e ampliação de políticas sustentáveis*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Simioni, F. J., Hoeflich, V. A., & Stradiotto Siqueira, E. (2009). Análise das transações na cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 11(2), 2-12.
- Sousa, R. M. (2009). *Impacto da Microgeração na qualidade de energia de uma rede de baixa tensão*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Trindade, M., Martins, J. S., & Afonso, J. L. (2005). Sistema para Optimização da Extracção de Energia de Painéis Solares Fotovoltaicos. *Conferência sobre Energias Renováveis e Ambiente em Portugal*, 1, 1165-1170.
- Wulfinghoff, D. R. (1999). *Energy Efficiency Manual*. Maryland: Energy Institute Press.

Sítios da Internet

Nacionais

- **Agência para a Energia – ADENE**
<http://www.adene.pt>
- **Agência Portuguesa do Ambiente**
<http://www.iambiente.pt>
- **Agência Regional de Energia e Ambiente do Interior – EnerArea**
<http://www.enerarea.pt/>
- **Associação Certificadora de Instalações Eléctricas – CERTIEL**
<http://www.certiel.pt/inicio>
- **Associação Portuguesa de Energias Renováveis**
<http://www.apren.pt/>
- **Associação Portuguesa da Energia**
<http://www.apenergia.pt/>
- **Cogen Portugal**
<http://www.cogenportugal.com/>
- **Direcção-Geral de Energia e Geologia**
<http://www.dgge.pt/>
- **EDP**
<http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>

- **Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos – ERSE**
<http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>
- **Instituto da Construção e do Imobiliário**
<http://www.inci.pt/Portugues/Paginas/INCIHome.aspx>
- **Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto – INESC-Porto**
<http://www2.inescporto.pt/>
- **Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P.**
<http://www.ineg.pt/>
- **Instituto Nacional de Estatística**
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
- **Inteligência em Inovação – INTELI**
<http://www.inteli.pt/>
- **Ministério da Economia e da Inovação**
<http://www.min-economia.pt/>
- **Portal “Água Quente Solar”**
<http://www.aguaquentesolar.com/>
- **Portal das Energias Renováveis**
<http://www.energiasrenovaveis.com/>
- **Portal “Renováveis na hora”**
<http://www.renovaveisnahaora.pt/web/srm>
- **Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos – SNIRH**
<http://snirh.pt/>
- **Sistema Nacional de Informação Geocientífica – e-Geo**
<http://e-geo.ineti.pt/>

Internacionais

- **World Alliance for Decentralized Energy**
<http://www.localpower.org/>
- **Portal da Energia da Comissão Europeia**
<http://europa.eu/>
- **Agência Internacional de Energia - IEA**
<http://aie.ineti.pt/>
- **Associação Europeia de Biomassa – AEBIOM**
<http://www.aebiom.org/>
- **Associação Europeia da Energia Eólica – EWEA**
<http://www.ewea.org/>
- **Associação Europeia da Energia Mini-Hídrica**
<http://www.esha.be/>
- **Associação Europeia da Indústria Fotovoltaica – EPIA**
<http://www.epia.org/>
- **Departamento de Energia dos Estados Unidos da América**
<http://www.energy.gov/>
- **Gabinete de Estatísticas da União Europeia – Eurostat**
<http://ec.europa.eu/eurostat>

