

ANEXO 06- FONTES DE ENERGIA EXTERNA

Conteúdo

| | | |
|-----|--|-----|
| 1 | Energia Solar concentrada | 158 |
| 1.1 | Princípio de funcionamento..... | 159 |
| 1.2 | Tipos de concentradores..... | 160 |
| 1.3 | Outras aplicações | 160 |
| 1.4 | Cenário da Energia Solar para o Mediterrâneo..... | 161 |
| 2 | Elementos foto voltaicas..... | 162 |
| 2.1 | Tipos de elementos | 165 |
| 2.2 | Sistemas Foto voltaicos..... | 167 |
| 2.3 | Viabilidade da energia foto voltaica..... | 170 |
| 2.4 | Potencial do Foto voltaico para Abastecimento de Electricidade | 173 |
| 2.5 | Estações Solares | 175 |
| 3 | Energia eólica | 176 |
| 3.1 | Vantagens e desvantagens..... | 176 |
| 3.2 | Utilização de energia Eólica..... | 177 |
| 4 | Obras Citadas | 177 |

1 Energia Solar concentrada

Com o desenvolvimento da indústria avançada e de elevados níveis de eficiência energética, a energia solar concentrada (CSP) poderia atender até 7% da energia que o mundo necessita, em 2030 (1).

Os sistemas CSP (*Concentrating solar Power*), podem produzir calor ou electricidade usando centenas de espelhos para concentrar os raios de sol, para produzir uma temperatura entre 400 a 1000°C . As centrais actualmente funcionam entre os 50 e os 280 MW, mas poderão ser ainda maiores no futuro. Estes sistemas poderão trabalhar também em paralelo ou híbrido com sistemas de combustível fóssil, oferecendo capacidade para corresponder às necessidades da rede (1).

De acordo com este estudo a implementação desta solução irá reduzir 140 milhões de toneladas de CO₂ até 2020 e 2100 milhões até 2050(1).

O custo da energia gerada por esta tecnologia em breve será competitivo, comparativamente com centrais térmicas médias (1).

Quantos painéis solares seriam precisos para produzir a electricidade consumida em Portugal? (2)

A radiação solar média em Portugal é 1500 kWh/m²/ano, assumindo uma eficiência de conversão de 15% temos 225kWh/m²/ano de electricidade solar. Como o consumo nacional é da ordem de 4.5×10^{10} kWh/ano, seriam precisos 200km² de painéis solares para produzir toda essa electricidade. Dividindo pelo número de habitantes significa 20m² de painéis solares por português (incluindo não só o consumo doméstico mas também o consumo de electricidade na industria e nos serviços) (2).

1.1 Princípio de funcionamento

Diversas tecnologias podem ser usadas para se concentrar a luz solar e transformá-la em média e alta Temperatura. Esse calor é então utilizado para criar electricidade de uma forma convencional, por exemplo, usando uma turbina a vapor ou turbina a gás ou um “motor Stirling”. O calor solar recebido durante o dia também pode ser armazenado no estado líquido ou meios sólidos, como sais fundidos, cerâmica, betão ou de em mudança fase misturas de sal. À noite, pode ser extraído do meio de armazenamento para manter a turbina em funcionamento (1).

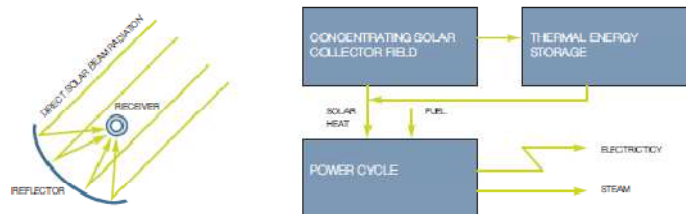


Ilustração 1- Princípio de funcionamento das centrais de energia solar concentrada (3)

1.2 Tipos de concentradores

Existem diversos tipos de colectores, com diferentes características que influenciam a sua aplicabilidade. Na referência bibliográfica encontra-se uma descrição de como funcionam e as suas diferentes características (1).

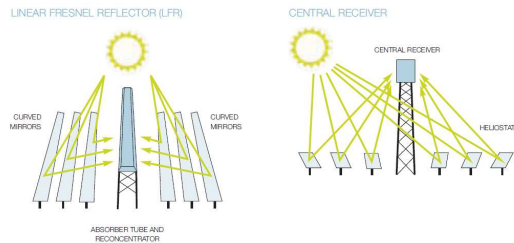


Ilustração 2- Tipos de concentradores solares(1)

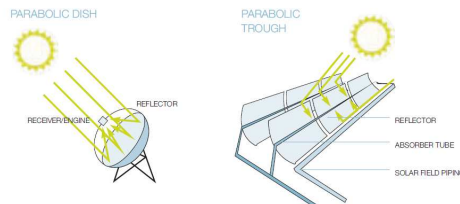


Ilustração 3- Tipos de concentradores solares (1)

1.3 Outras aplicações

Este sistema também tem outra grande vantagem, a produção de combustível através da energia solar. Alguns são uma mistura de combustíveis fósseis, com o auxílio da energia solar, cota parte dos gases que agravam o de efeito estufa. O objectivo final é o combustível para as tecnologias solares baseadas em processos que são totalmente independentes de quaisquer recursos de combustíveis fósseis. (1)

Muita da atenção está focada no hidrogénio (H_2), uma alternativa potencialmente limpa aos combustíveis fósseis, especialmente para fins de transporte. No momento mais de 90% de hidrogénio é produzido usando calor de combustíveis fósseis, principalmente gás natural. Se o hidrogénio é gerado a partir da energia solar, é uma tecnologia completamente limpa, sem resíduos perigosos. Esta é a visão mais descrita para a produção de hidrogénio Europeu.(1)

Os combustíveis solares como o hidrogénio podem ser usados de várias maneiras; usado em combustão para gerar calor, alimentando turbinas ou motores para

produzir electricidade ou movimento, ou usados para gerar electricidade em pilhas a combustível. Ao armazenar energia num combustível como o hidrogénio, que pode ser recuperado quando necessário, e está disponível mesmo quando o sol não está a brilhar. A produção de hidrogénio seria à base da energia da água (H_2O), e a partir de fontes renováveis. (1)

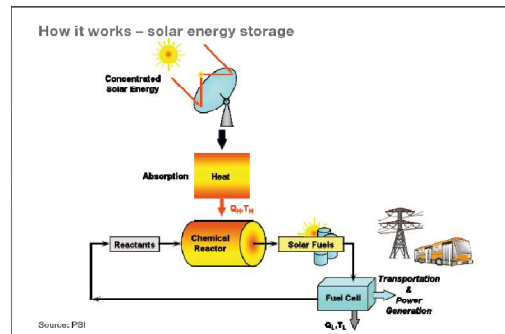


Ilustração 4- Conversão de energia solar em combustível (3)

1.4 Cenário da Energia Solar para o Mediterrâneo

O cenário CSP para o Mediterrâneo mostra uma forma para combinar recursos e procura no âmbito da técnica, económica, ecológica e social de cada país de forma sustentável. Isso não serão necessários subsídios a longo prazo, como para a energia fóssil ou nuclear, mas simplesmente um investimento inicial para colocar em larga escala novas tecnologias de energias renováveis no seu lugar.

De longe a maior fonte de energia na região é a energia solar da concentração de centrais termo-solares, que fornecerão o núcleo de energia eléctrica na maioria dos países. Isto porque podem fornecer grandes quantidades de electricidade e capacidade de energia confiável sobre o consumo. A energia eólica, energia hídrica e recursos de biomassa estão disponíveis em alguns países, e têm seu papel no futuro energético sustentável. No futuro, muito grandes sistemas foto voltaicos em regiões desérticas também irá tornar-se viável.

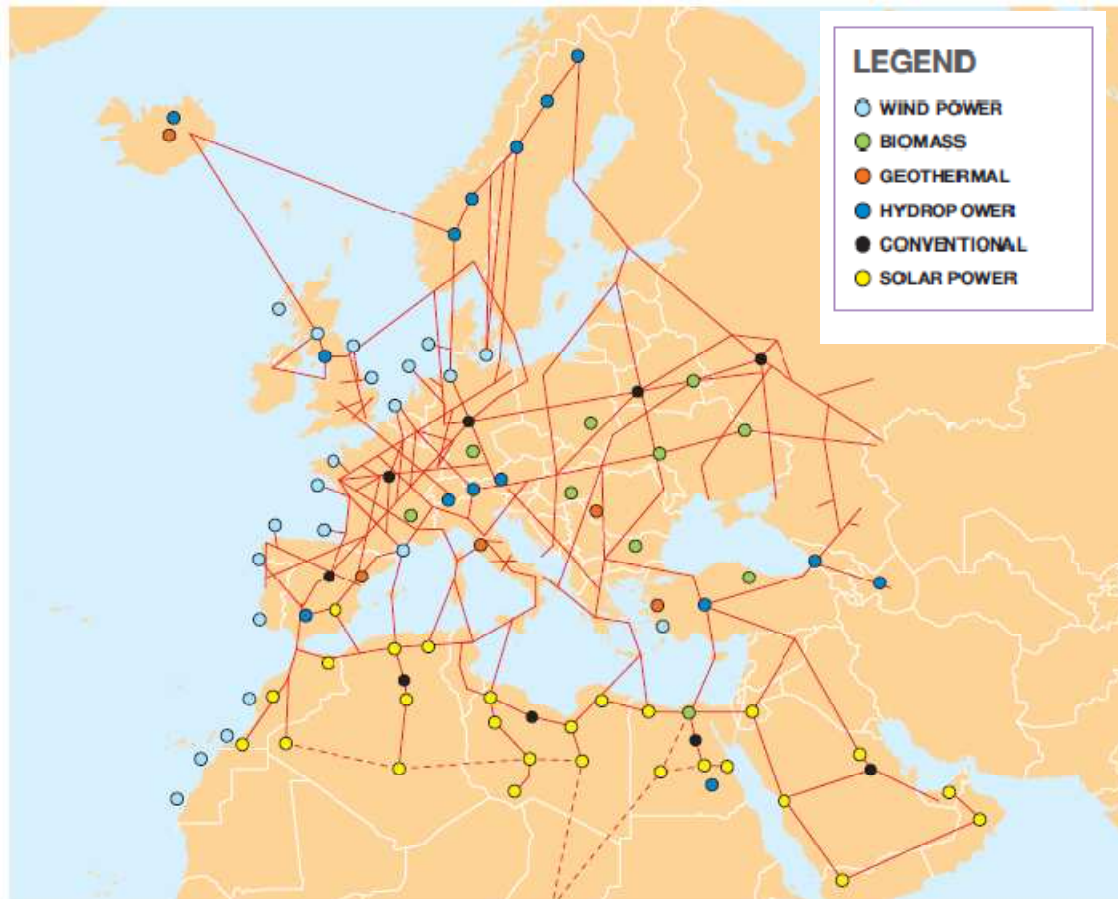


Ilustração 5- Cenário da Energia Solar para o Mediterrâneo (1)

A Ilustração 5 mostra uma possível interligação da rede de electricidade da Europa, Oriente Médio e Norte da África (EUMENA) com a finalidade de fornecimento de electricidade solar para a Europa. A rede eléctrica convencional não é capaz de transferir grandes potências a longas distâncias. Portanto, uma combinação do corrente convencional a tensão alternada (AC) com rede de alta tensão em corrente contínua (“High Voltage Direct Current (HVDC)”). Esta tecnologia de transmissão deve ser usadas em tal regime para trocas de electricidade Transeuropeia. (1)

2 Elementos foto voltaicas

Os elementos foto voltaicos são dispositivos que convertem a radiação solar em electricidade. Existem na forma de painéis, mas também podemos encontrar sobre a forma de painéis flexíveis que se poderão adaptar às formas dos veículos. (4)

O Sol é uma fonte inesgotável de energia, a utilização de energia solar possibilita uma redução significativa dos custos energéticos, a energia solar e os seus

circuitos podem ainda ser complementados por outros circuitos, energia eólica por exemplo. O efeito foto voltaico foi descoberto em 1839 pelo físico A. Becquerel.

Este fenómeno engloba 3 fenómenos físicos intimamente ligados e simultâneos:

- A absorção da luz pelo material
- A transferência de energia dos fotões para as cargas eléctricas
- A criação de corrente eléctrica.

Na superfície terrestre a radiação média é de 1000 Wm^{-1} , mas normalmente em climas quentes a radiação solar é de 750 Wm^{-2} . Para uma placa no tejadilho de um carro, o sol irá incidir sobre a placa de diferentes ângulos. O que significa que a incidência de energia sobre o tejadilho é cerca de 375 Wm^{-2} . Este valor depende da latitude onde se encontra, sendo que no equador é a região que sofre maior incidência.(4)

Os elementos foto voltaicos convertem cerca de 14% da radiação solar, ou seja, podemos obter de um painel foto voltaico menos de 100 Wm^{-2} quando está exposto ao sol no tejadilho de um veículo na horizontal.(4)

Existem dois métodos para utilizar painéis solares, um dentro do carro e outro no exterior. É evidente que, mesmo que a totalidade de uma área de plano de carro fossem cobertos com elementos foto voltaicos só um número muito limitado quantidade de energia seria obtido. Por exemplo, um carro de 5 m^2 de área planta produz um máximo de cerca de 375 W na saída do painel, e uma média de cerca de 188 W , dando $1,88 \text{ kWh}$ de energia durante um dia de 10 horas, equivalente à energia armazenada em cerca de 50 kg de baterias de Ácido chumbo. (4)

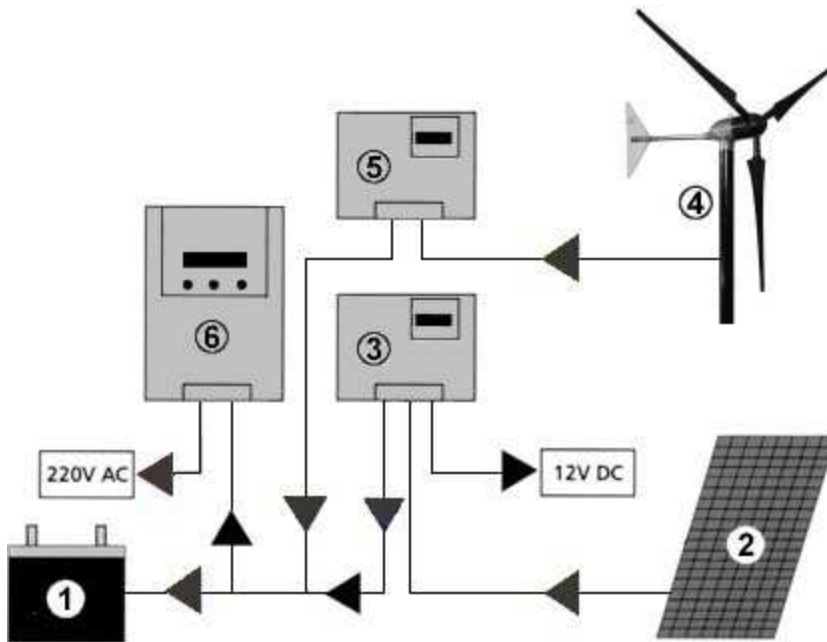


Ilustração 6-Configuração de rede eléctrica com energias renováveis(5)

A orientação dos painéis solares tem um papel fundamental na produção de electricidade obtida. Inclinando-os com um ângulo igual ao da latitude a que se encontram, maximiza-se a radiação solar incidente sobre o painel ao longo do dia, e do ano. Alguns sistemas mais recentes possuem dispositivos que localizam o sol e viram o painel na sua direcção. Como a radiação solar varia consoante o período do dia, época do ano e condições climáticas, a quantidade total de radiação solar é expressa em termos de horas de pico solar. Numa hora de pico solar, a potência é de 1000 W/m², e a energia resultante é de 1 kWh/m². (6)

Ligações em série de varios elementos foto voltaicos aumentam a tensão disponibilizada, enquanto que as ligações em paralelo permitem aumentar a corrente eléctrica. O mesmo ocorre para os painéis. O tempo de vida útil destas tecnologias é de 20 anos.(6)

O sol que chega aos módulos solares produz a electricidade em Corrente Contínua, ou a C.C. A tensão dos painéis solares são maioritariamente de 12 volts CC, o padrão usado nos carros. Os sistemas maiores podem ser projectados para 24V C.C., ou uma C.C. de 48 volts. Isto significa que os módulos são combinados em pares para 24 volts, ou grupos de quatro para 48 volts. (5)

Esta alimentação de corrente contínua é armazenada nas baterias, que vão acumulando energia quando não existe consumo energético

A energia gerada por este dispositivo pode ser armazenada em baterias e usada pelo veículo para transporte regional viagens curtas, mas basicamente esta quantidade de energia é tão diminuta que não é viável para viagens longas.

As Baterias recebem e armazenam a energia eléctrica da C.C., e podem imediatamente fornecer electricidade armazenada segundo as necessidades

O conversor é o componente electrónico principal de um sistema de potência. Converte a alimentação de DC Armazenada nas baterias para C.A. de 220 volts. Os cabos curtos, pesados com um fusível de potência ou um disjuntor de circuito levam a energia das baterias para o conversor. Depois da conversão para C.A., o conversor ligado ao disjuntor coloca energia da instalação solar directamente no circuito eléctrico em vez das linhas de serviço público. Os conversores para a versão doméstica vêm com potências na ordem dos 50 a 5500 watts.

Um conversor/Carregador é um conversor que tem também um carregador de bateria e um relé de transferência interno. Quando os terminais da entrada de um conversor/carregador recebem energia de uma fonte exterior de C.A. Verificam se existe carga disponível nas baterias, se não existir carga suficiente passam directamente a energia da rede pública carregando simultaneamente as baterias. Esquema de conversor 12V CC -220V AC

O módulo foto voltaico é, em geral o componente mais confiável do sistema, sendo rara a ocorrência de falhas. A tecnologia foto voltaica está desenvolvida a suficiente para garantir uma boa fiabilidade aos sistemas que são instalados. (6)

2.1 Tipos de elementos

A eficiência de conversão dos elementos solares é medida pela proporção da radiação solar incidente na superfície do elemento que é convertida em energia eléctrica. Actualmente já existem painéis solares foto voltaicos que conseguem transformar em electricidade até 25% da energia incidente sobre ele. Porém esses ainda estão em fase de pesquisa e possuem um custo muito elevado. Os painéis comercialmente disponíveis têm um rendimento de aproximadamente 15%. Os elementos de silício possuem um limite de eficiência físico na ordem de 28,8%. Se as mesmas estiverem a trabalhar com concentradores de radiação solar, a sua eficiência pode chegar a 37%. Aliado ao baixo rendimento obtido, esse tipo de energia não está

sempre disponível, pois depende das condições climatéricas e, por isso não deve ser utilizada de forma única para alimentar uma carga. (6)

1. Primeira geração

- Single crystal silicon wafers (c-Si)

2. Segundo geração

- Amorphous silicon (a-Si)
- Polycrystalline silicon (poly-Si)
- Cadmium telluride (CdTe)
- Copper indium gallium diselenide (CIGS) alloy

3. Terceira geração

- Nanocrystal solar cells
- Photoelectrochemical (PEC) cells Grätzel cells
- Polymer solar cells
- Dye sensitized solar cell (DSSC)

4. Quarta geração

- Hybrid - inorganic crystals within a polymer matrix
(7)

Relativamente à primeira geração ocupa cerca de 86% do mercado foto voltaico, tendo um bom espectro de absorção mas tendo por outro lado uma construção dispendiosa.

A segunda geração é baseada em painéis de película de baixa espessura, que reduz a quantidade de material para a construção dos elementos. Inicialmente este tipo de elementos foi desenvolvido para obter elevada eficiência. A grande vantagem deste tipo de elementos é a melhor aplicabilidade deste tipo de elementos a tectos e coberturas, onde não é necessário construir uma estrutura robusta para suportar os painéis solares.

A terceira geração de uma tecnologia de semicondutores é diferente das anteriores. Utilizando elementos solares de nano cristais, elementos foto voltaicas electroquímicas, elementos sensibilizados por corante e elementos poliméricos. Esta geração de elementos é caracterizada por baixa energia para processamento dos elementos, os elementos poliméricos tem um custo de materiais baixo, os elementos electroquímicas são uma boa solução para aplicações de baixa densidade em tectos, sendo que também trabalham em condições onde existe pouca luz. A grande

desvantagem desta geração de elementos é a sua baixa eficiência relativamente à primeira geração.

A quarta Geração apesar de ter baixa eficiência é uma boa solução porque tem um custo de materiais baixo, é possível aplicar facilmente os nano cristais numa película polimérica, sendo que tem um bom potencial para aumento de eficiência.

Relativamente aos elementos em investigação, existem os dispositivos com multi-junções, a o concentrador foto voltaico. No primeiro caso o conceito consiste em capturar a energia em vários patamares, no segundo caso é utilizado um conjunto de espelhos que concentra a energia para uma pequena área de elemento foto voltaico, aumentando a eficiência para 35%

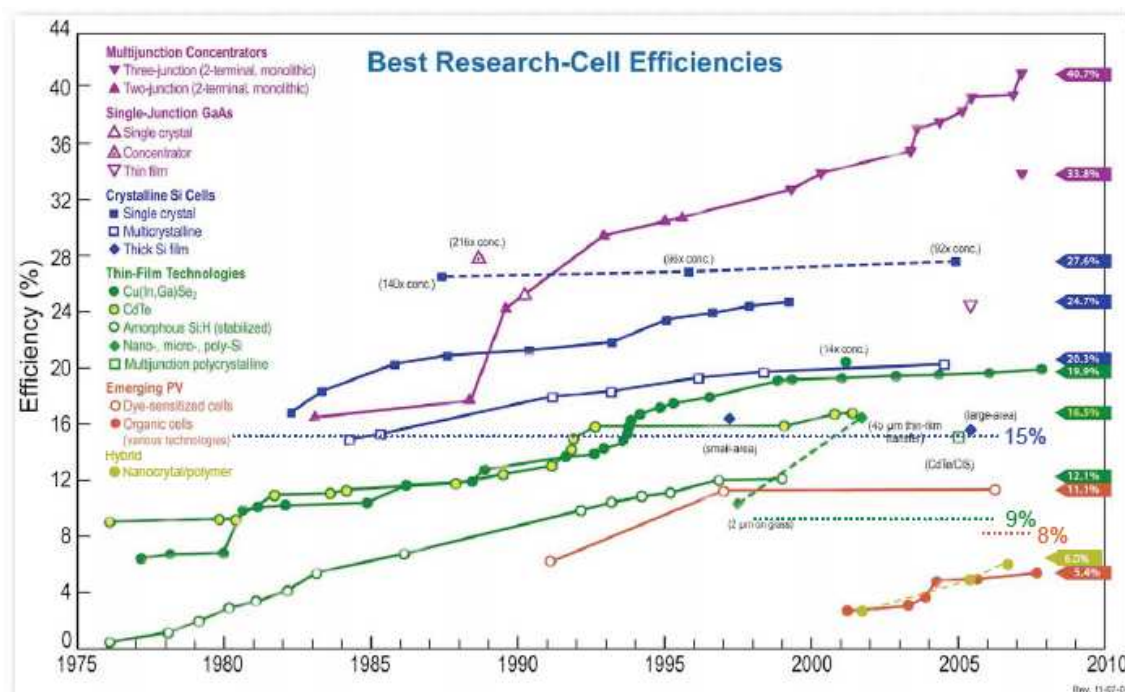


Ilustração 7- Eficiência dos diferentes tipos de elementos foto voltaicas(7)

2.2 Sistemas Foto voltaicos

Os sistemas foto voltaicos podem ser classificados em três categorias, isolados, híbridos e conectados às redes. A aplicação de cada uma delas depende da disponibilidade dos recursos de energia nos locais onde os sistemas serão utilizados.

Nos sistemas isolados a energia é armazenada em baterias para se poder dispor dela quando for necessário. Este tipo é utilizado por particulares e tem uma potência entre 3 e 5 kWp. As que têm potências compreendidas entre 5 e 100 kwp são normalmente utilizadas em edifícios bioclimáticos ou em edifícios públicos de

construção recente, que têm a energia solar como mais-valia. A distribuição da energia eléctrica produzida pelos módulos passa por um regulador de carga e é armazenada em acumuladores (baterias).

As Instalações ligadas à rede eléctrica que têm uma potência superior a 100kWp, quase sempre são instaladas em empresas. A energia produzida pelos módulos foto voltaicos transforma-se mediante um inversor de corrente alterna (AC) na mesma tensão e frequência que a da companhia eléctrica. Os sistemas foto voltaicos híbridos são aqueles que são projectados para operar em forma de cogeração com outras fontes, e outros tipos de energias renováveis (eólica, biomassa, elemento a combustível...) ou não renováveis (gerador diesel).

No caso dos sistemas ligados à rede, é ainda preciso fazer a ligação, através de um PT (Posto Transformador). Ao conjunto dos elementos que compõem o sistema foto voltaico, excluindo o painel, é dado o nome de “Balance of Systems” (BOS).(6)

O uso de sistemas foto voltaicos como fonte de energia alternativa tem sido bastante discutido nas últimas décadas devido ao rápido crescimento das técnicas de processamento de energia. A energia proveniente do sol e incidente sobre a superfície terrestre seria suficiente para suprir a procura energética do planeta se pudesse ser completamente aproveitada. Na Terra diariamente incide mais energia do que a procura total de todos os habitantes num ano. Outro atractivo desta tecnologia é que o silício, um dos materiais mais utilizados para fazer a conversão de energia solar em energia eléctrica, é o segundo elemento mais abundante no planeta.

Sistemas solares foto voltaicos representam uma fonte silenciosa, não-poluente e renovável de energia eléctrica. Além disto, apresentam vantagens como característica modular, inexistência de qualquer peça mecânica móvel, curtos prazos de instalação e operação, elevado grau de fiabilidade dos sistemas e baixa manutenção. Pode ainda ser referida a redução no uso das grandes centrais, a disponibilidade de electricidade em situações de emergência, o investimento evitada em extensões da rede para locais remotos, a diminuição das perdas no transporte, a melhoria da fiabilidade da rede e diminuição da variabilidade na produção.

O uso de sistemas foto voltaicos é já há alguns anos uma solução viável para aplicações de média potência em locais isolados (um monte, um conjunto de casas, por exemplo). É mais barato e muito menos prejudicial para o ambiente do que o uso de geradores a gasóleo ou uma extensão à rede, pela instalação de um PT. (6).

Já no modo de funcionamento em produção descentralizada ligada à rede de energia eléctrica, a situação é completamente diferente: os sistemas foto voltaicos estão ainda longe de ser competitivos, quer com as fontes de produção convencionais, quer principalmente com outras energias renováveis. O elevado investimento e a baixa utilização anual da potência instalada são as principais razões para a fraca “penetração” que se verifica nos sistemas ligados à rede. (6)

Outras desvantagens;

- Variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia; (6)
- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo com os combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) e a energia hidroeléctrica (água); os elementos foto voltaicos necessitam de tecnologia sofisticada para o seu fabrico, para tal tem-se verificado a entrada de novos materiais no mercado; (6)
- O rendimento real de conversão de um módulo é reduzido (o limite teórico máximo numa elemento de silício cristalino é cerca de 28%), face ao custo do investimento.(6)

| Tamanho | Exemplos de Aplicações |
|-----------------------|--|
| Até 10 W | Calculadoras de bolso; Rádios; Sensores wireless remotos; Pequenos carregadores; Cercas eléctricas. |
| 10 W a 100 W | Pequenos sistemas de iluminação; Sinais de trânsito luminosos; Parquímetros; Luzes de navegação; Estações meteorológicas; Caixas de comunicação de auto-estrada. |
| 100 W a 1 kW | Sistemas de bombagem e irrigação; propulsão de pequenos barcos de recreio; Produção de electricidade para pequenos edifícios; Sistemas híbridos pequenos. |
| 1 kW a 10 kW | Sistemas ligados à rede eléctrica ou híbridos de média dimensão; Grandes sistemas não ligados à rede, para edifícios isolados. |
| 10 kW a 100 kW | Grandes sistemas ligados à rede: implantação em edifícios ou no solo |
| 100 kW a 1 MW ou mais | Muito grandes sistemas ligados à rede: Centrais fotovoltaicas. |

Ilustração 8- Aplicações de sistemas foto voltaicos por intervalo de potência. (6)

A redução progressiva nos custos dos painéis foto voltaicos tem encorajado o desenvolvimento de sistemas residenciais e prediais que operem como pequenas centrais eléctricas em paralelo com a rede, reduzindo perdas por transmissão de energia devido à proximidade entre geração e consumo. (6).

Os sistemas híbridos, onde a energia foto voltaica é associada a outras fontes, assim como os sistemas isolados, são utilizados para fornecer energia eléctrica para regiões em que a rede comercial não está disponível e o custo é muito elevado para levá-la até seu destino.

A sua maior autonomia e fiabilidade tornaram esse tipo de geração atractiva para uso em localidades de difícil acesso. Neste caso, quando ela está disponível, a energia foto voltaica entra como meio de diminuir o uso de outros combustíveis de forma a diminuir os custos e a manutenção do sistema. (6).

2.3 Viabilidade da energia foto voltaica

Os módulos foto voltaicos são equipamentos de alta fiabilidade, que passam por um processo bem desenvolvido de padronização e controle de qualidade.

Para a geração de electricidade em escala comercial e em áreas onde há energia eléctrica, o principal obstáculo tem sido o custo dos elementos solares e o seu rendimento. Mas nos últimos anos, estes custos têm caído e estão a ser feitos estudos para aumentar o rendimento dos elementos solares de silício.

A viabilidade económica do uso de energia solar foto voltaica depende de alguns factores inter-relacionados, como distância da rede à unidade consumidora, quantidade de unidades consumidoras concentradas e carga a ser atendida.

| Tecnologia de Geração | Potência Típica | Geração por Ano | Investimento | Investimento | Custo de Geração | Comentário ao Custo de Geração |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|
| | MW | TWh | por Potência €/W | o por Geração €/kWh | Cts/kWh | |
| Nuclear | 1500 | 12 | 0,8-1,6 | 0,1-0,2 | 1,5-2,5 | Custo de Capital = 50% |
| Carvão | 500 | 3,5 | 0,8-1,2 | 0,1-0,15 | 2-4 | Inv ^o =35%, Fuel=45% |
| Gás | 250 | 1,5 | 0,3-0,6 | 0,04-0,08 | 3-5 | Fuel = 80% do total |
| Eólico | 100 | 0,5 | 0,8-1,6 | 0,3-0,6 | 3-7 | Depende da localização |
| Fotovoltaico | 1 | 0,001 | 4-7 | 3-6 | 30-60 | Depende da localização |

Fonte: *Driving the PV Industry Towards Competitiveness*

Ilustração 9- Comparação de custos de investimento (6)

A última linha apresenta valores típicos para o foto voltaico, mostrando o quanto esta tecnologia ainda está longe de poder competir directamente com as tradicionais, numa perspectiva meramente industrial. Este facto obriga ao estabelecimento de uma meta intermédia de redução de custos. A da competitividade de preços ao nível do consumidor (a paridade com a rede). Atingido esse ponto, o sector poderá assistir a uma primeira explosão de procura. Uma segunda e última explosão da procura está prevista para mais tarde, quando a tecnologia atingir uma maturidade que lhe permita competir directamente com as outras, a nível industrial. (6).

Na ilustração 10, apresentam-se outras informações sobre custos nas várias alternativas de energia, nomeadamente os principais parâmetros de custos das diferentes FER (Fontes de Energia Renovável) e custos da geração de energia eléctrica, respectivamente. (6)

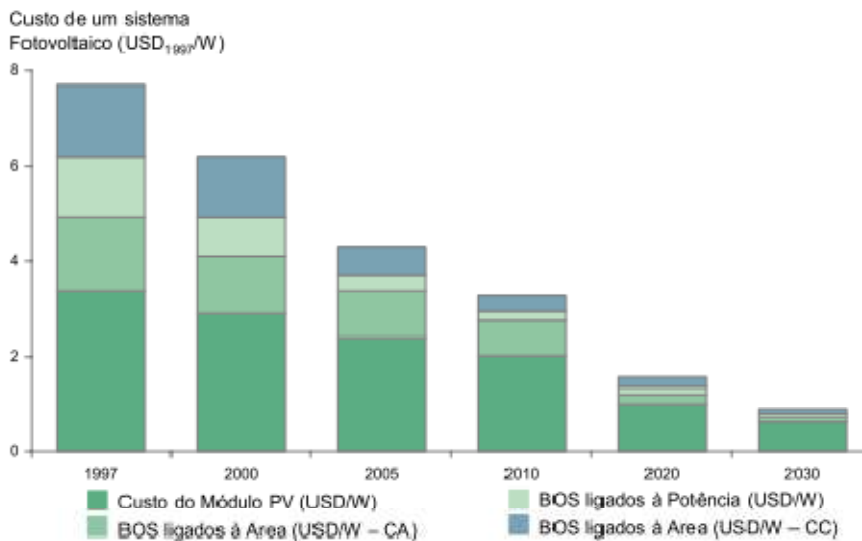
| Tecnologia | Investimento | Custo O&M | Tempo de vida | Potência Típica |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|---------------------|
| | [€/kW _{el}] | [€/kW _{el} *ano] | [anos] | [MW _{el}] |
| Fotovoltaico | 5400 - 6300 | 40 - 50 | 25 | 0,005-0,05 |
| Solar Termoeléctrico | 2900 - 4500 | 165 - 230 | 30 | 2 - 50 |
| Eólico onshore | 950 - 1200 | 36 - 40 | 20 | 2 |
| Eólico offshore | 2000 | 70 | 25 | 5 |

Ilustração 10- Principais parâmetros de custos das diferentes Fontes de energia Renovável (6)

A comparação do potencial da tecnologia foto voltaica face às outras formas de produção energética mostra um cenário pouco abonatório para este. Percebe-se

facilmente que a aposta de vários países nesta fonte energética dificilmente se justifica num curto prazo.

A curva de experiência confirma a tendência de forte descida de custos que se tem verificado nos últimos anos no mercado foto voltaico. A extrapolação desta evolução para o futuro faria com que rapidamente se atingissem custos de produção compatíveis com o uso de sistemas foto voltaicos sem necessidade de recorrer a incentivos.



Nota: baseado em sistemas residenciais de silício cristalino. Fonte: EPRI, US DOE

Ilustração 11- previsão de Evolução dos custos de um sistema foto voltaico (6)

Conclui-se que, embora os sistemas foto voltaicos se apresentem actualmente como uma tecnologia muito cara, é uma aposta de futuro, com potencial para alcançar níveis de custo competitivos com outras fontes energéticas actualmente utilizadas. Esse facto é de extrema importância, não só pelas consequências de negócio e ambientais, mas também porque a introdução de mais uma fonte variável de abastecimento eléctrico permite reduzir a variabilidade ligada aos mix energéticos com forte representação eólica e/ou hídrica, tornando o seu output mais estável e previsível. (6).

Poder-se ia argumentar que a produção de electricidade por via solar termoeléctrica, concorrente quase directa com a foto voltaica, e que apresenta já custos mais baixos, apesar de estar num estado de desenvolvimento mais prematuro, tornaria o foto voltaico numa tecnologia ultrapassada. No entanto, o solar termoeléctrico assenta na geração de energia por turbinas, tecnologia que está já totalmente dominada, pelo que a sua evolução de custos tem uma diminuição prevista muito menor. É aliás

interessante notar que praticamente todas as fontes de energia actuais assentam na geração de electricidade pelo movimento de turbinas. As excepções são a energia nuclear e o foto voltaico.

2.4 Potencial do Foto voltaico para Abastecimento de Electricidade

A Ilustração seguinte mostra a evolução que é esperada pela IEA (International Energy Association) para o conjunto das fontes de energia renovável em estado de desenvolvimento mais avançado actualmente. O estudo é feito com base num cenário no qual as políticas internacionais manterão o seu apoio à produção de energia renovável, cenário este que parece actualmente ser o mais provável, e contabiliza apenas os países pertencentes à IEA. (6)

| Unid: TWh | 2001 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Consumo Total IEA | 15578 | 19973 | 25818 | 30855 | 36346 |
| Biomassa | 180 | 390 | 1010 | 2180 | 4290 |
| Grande Hídrica | 2590 | 3095 | 3590 | 3965 | 4165 |
| Pequena Hídrica | 110 | 220 | 570 | 1230 | 2200 |
| Eólica | 54,5 | 512 | 3093 | 6307 | 8000 |
| Fotovoltaica | 2,2 | 20 | 276 | 2570 | 9113 |
| Solar Termoeléctrica | 1 | 5 | 40 | 195 | 790 |
| Geotérmica | 50 | 134 | 318 | 625 | 1020 |
| Marinha (Ondas) | 0,5 | 1 | 4 | 37 | 230 |
| Total FER | 2988,2 | 4377 | 8901 | 17109 | 29808 |
| Contributo FER | 19,2 % | 21,9 % | 34,5 % | 55,4 % | 82,0 % |

Ilustração 12- Previsões para Países da IEA- Cenário de política internacional avançada. (6)

Pode-se ver que é do foto voltaico que se espera a maior evolução. Enquanto em 2010 este será responsável por apenas 0,5% do conjunto da produção de electricidade renovável no conjunto dos países da IEA, espera-se que em 2040 represente 30%, e seja mesmo a maior fonte de energia renovável. [3] Estima-se que a produção foto voltaica seja multiplicada por dez a cada década até 2030, com o maior salto a ser dado na década de 2020. Nessa altura, prevê-se que as diversas fontes de energia renovável contribuam para mais de 80% da produção energética mundial.

A EPIA (European Photovoltaic Industry Association), num estudo, mostra que a importância desta tecnologia em 2020 poderá ser tal, que empregará dois milhões de pessoas, fornecendo electricidade a mil milhões de pessoas.(6)

A análise das características do foto voltaico permite perceber que esta será uma fonte de energia adequada para suprir as cargas de pico da rede durante o dia. A dependência da radiação solar, bastante variável, torna-a pouco viável para suprir horas em que a carga exigida à rede é baixa. Assim sendo, as fontes de energia com que compete são aquelas que asseguram o abastecimento em horas de pico, ou seja as fontes pouco “capital-intensivas”, que fornecem electricidade quando esta é necessária.

É necessário perceber que produzir energia limpa nunca poderá passar por uma só tecnologia. A energia eléctrica não é armazenável em grandes quantidades, pelo que a sua produção tem de ser praticamente simultânea ao seu consumo. Por isso, a sua produção tem de ser flexível, rapidamente adaptável às necessidades de cada momento.

Sabendo isto, compreendemos também que a energia foto voltaica não poderá nunca ser uma solução única, mas apenas mais uma fonte energética que vem contribuir para o conjunto de soluções que devem assegurar o abastecimento de electricidade ao planeta. Falta no entanto perceber até onde pode ir esse contributo.

| Situação Nov. 2005 | 2005 | Metas 2010 | Parâmetros |
|--|----------------------|------------------------|---|
| Eólico (Eólico em Meio Urbano) | 1000 MW | 5100 MW | 1000 €/kW; 2300 kWh/kW 4000 €/kW; 2300kWh/kW |
| Solar Térmico | 250 000 m2 175 MW | 1 000 000 m2 700 MW | 900 €/kW 700 W/m2 |
| Solar Fotovoltaico | 2,5 MW | 150 MW | 5000 €/kW ; 1400 kWh/kWp (ligado à rede) |
| Ondas | 0 MW | 50 MW | O potencial pode ser igual ao do Eólico |
| Geotérmico | 12 MW | n.a. | Aplicações de baixa entalpia (Açores) |

Ilustração 13- Metas de produção eléctrica por FER em Portugal (6)

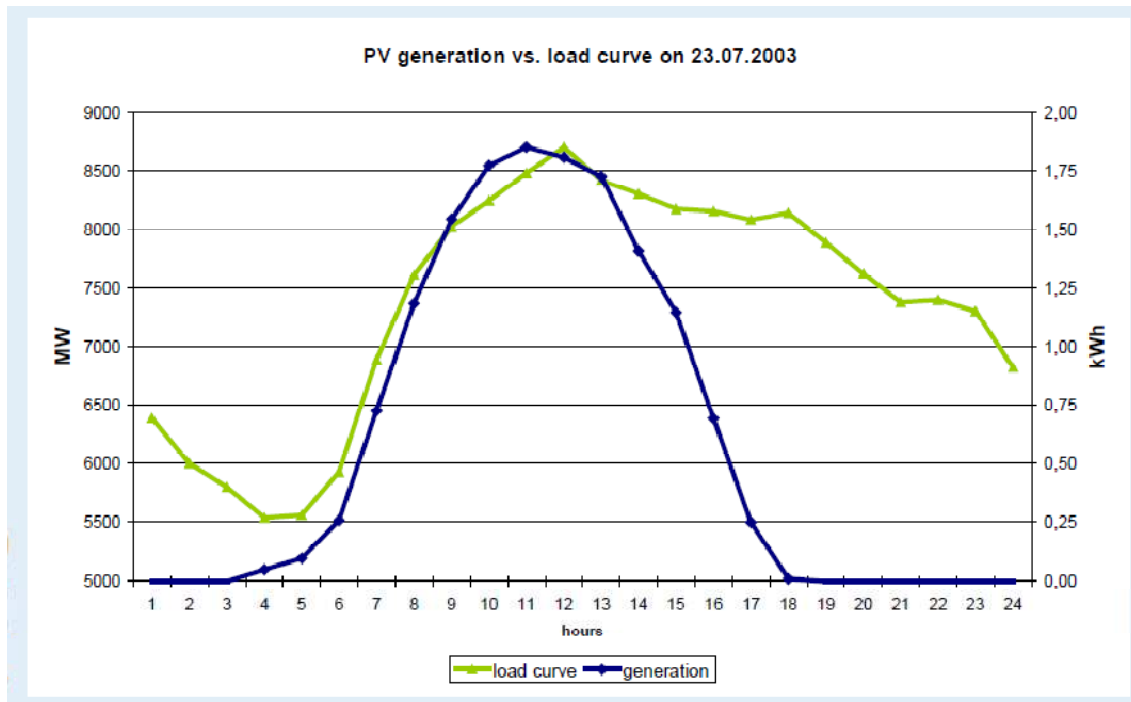


Ilustração 14- Efeitos sobre a rede (8)

Na ilustração 18 observamos que a aplicação de painéis foto voltaicos tem os seguintes benefícios:

- Redução de perdas na rede devido à geração em mais locais e, portanto, diminuiu o poder transmissão de potência
- Maior capacidade da rede
- Podem apoiar a gestão local da rede(8)
- Aumento gradual de potência disponível com as necessidades da rede

2.5 Estações Solares

No seguimento dos pontos de abastecimento, surge a solução das estações solares.

Estes sistemas, encaixam-se bem na filosofia V2G, pelo facto de se não estiveres a abastecer veículos eléctricos podem abastecer directamente a rede eléctrica.

Um estação com 10 painéis solares de acordo com a FOE, poderá gerar kWh de electricidade por anos o que equivale aproximadamente a 100000 quilómetros percorridos.

Estas estações poderão ser instaladas nos locais apresentados na ilustração seguinte.



Ilustração 15- Aplicação de painéis solares(9)

3 Energia eólica

O aproveitamento da energia eólica para produção de electricidade é feito recorrendo a Aerogeradores de grande dimensão, os quais podem ser implantados em terra ou mar e estar agrupados em parques ou isolados. As turbinas a vento podem ser usadas para produzir energia para uma simples habitação ou edifício, ou podem ser ligadas a uma rede de electricidade. (10)



Ilustração 16- Aerogeradores (11)

3.1 Vantagens e desvantagens

A fonte da energia eólica é o vento, que é um recurso limpo e inesgotável e que pode fornecer quantidades significativas de energia.(10). Sendo que a instalação desta tecnologia é o custo relativamente baixo comparado com outros tipos de energia.(10).

Dependendo da localização, os custos associados só podem ser ou não competitivos. Uma desvantagem associada com a localização é que, geralmente, as condições ideais para o estabelecimento deste tipo de parques se encontram em locais remotos, diminuindo a competitividade face a outro tipo de energias. (1).

Por outro lado, a energia eólica é uma energia intermitente que, ainda, não responde às necessidades energéticas das populações, uma vez que não pode ser armazenada e nem todos os tipos de vento podem ser utilizados para satisfação das necessidades energéticas. (10)

3.2 Utilização de energia Eólica

A Europa é a líder mundial da indústria da energia eólica, representando cerca de 72% da capacidade total instalada no Mundo.

No ano 2020 espera-se que a energia eólica permita (10):

- Satisfazer 12% da procura global de electricidade no mundo;
- A instalação de 1.245.030 MW
- Um comércio anual de 80 000 milhões de euros
- A implementação de 2,3 milhões de postos de trabalho
- Evitar a emissão de 10.771×10^6 Toneladas de CO₂

4 Obras Citadas

1. **Dr Christoph Richter, Sven Teske , José A. Nebrera.** Concentrating solar power Global Outlook 09. s.l. : Concentrating Solar Power, 2009.
2. **Lisboa, Faculdade de ciências da universidade de.** Electricidade solar. [Online] 2010. <http://solar.fc.ul.pt/solar.htm>.
3. **Dr. Anton Meier (PSI), Dr. Christian Sattler (DLR).** Solar Fuels from Concentrated Sunlight. s.l. : Solar Paces, 2009.
4. **Larminie, James.** *Electric Vehicle Technology Explained.* England : John Wiley & Sons Ltd, 2003.
5. **electronica-pt.** *electronica-pt. electronica-pt.* [Online] 2010. <http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/163/>.
6. **FERNANDES, HELGA M.** Energia solar voltaica: poderá realmente ter impacto significativo enquanto fonte alternativa de energia? s.l. : Departamento de ambiente e ordenamento / Universidade de Aveiro, 2008.
7. **Gourdin, Gerald.** Gerald Gourdin. s.l. : Introduction to Green Chemistry, 2007.
8. **Hüsser, Pius.** Nova Energie GmbH. Switzerland : s.n., 2009.

9. **Area, Pulg in.** Solar Fuel Stations for Plug-In Electric Vehicles. 2009.
10. **Edite Regueiro, Joana silva, Maria Alzira Dinis, Nelson Barros.** Energia Eólica: panorama actual da capacidade instalada na união europeia. *Energia Eólica: panorama actual da capacidade instalada na união europeia.* s.l. : Faculdade de ciência e tecnologia-UFPA, 2006.
11. **Andrade, Thamires.** LIMPA E RENOVÁVEL. *LIMPA E RENOVÁVEL.* [Online] 2009. <http://verdedentro.wordpress.com/2009/08/26/>.