

# Estudo sobre a produção, utilização e uso dos painéis solares como fonte de energia renovável

Felipe Simões de Almeida\*  
Thales da Silva Ferreira\*\*

## Resumo

Tivemos a intenção de explicar claramente sobre a importância do uso dos painéis solares nos dias atuais para a resolução de muitos problemas ambientais, além dos possíveis avanços e lucros com uma estratégia tão promissora a partir da fonte de energia abordada. Temos que a energia solar é, sem dúvida, uma das melhores alternativas para o futuro iminente; ela é vantajosa sobre outras energias “limpas” e logo, tem incontáveis valores que se sobrepõem às energias “não limpas” ou “não renováveis”. Temos o funcionamento e o significado dos painéis solares para o melhor entendimento de como se dá a transformação da energia do sol na elétrica. Os impactos socioeconômicos e ambientais também podemos observar em objetivos artigos e considerações no decorrer do relatório.

**Palavras-chave:** Fotovoltaico. Energia solar.

## Introdução

Nota-se que desde a descoberta da produção de energia elétrica, sempre se almejou que se achassem novas fontes para fazê-la. Sendo que algumas fontes desde sua descoberta, em relação ao ramo de produção de energia, foram predominantes e ditas de maior eficiência. Temos como exemplo: energia mecânica através de processos hidráulicos, a energia através da queima de combustíveis fósseis, etc. Com o tempo, vê-se que essas fontes são prejudiciais ao meio ambiente e, além disso, são dadas como esgotáveis (tempo muito grande de reposição na natureza).

Há, hoje, as energias limpas ou renováveis, que vêm tomando grande âmbito no seu uso e mais ainda em discussões. Temos as energias eólica, solar, das ondas e marés, etc.

Vimos para ressaltar a importância, o uso, as vantagens e desvantagens, além de explicar melhor sobre o que é essa energia de que tanto se fala: a energia solar através dos painéis solares ou fotovoltaicos.

A sociedade em geral nunca viu tamanha oportunidade para um melhor cuidado com a natureza e para a resolução do dilema relacionado aos usos dos recursos naturais e suas consequências. O uso dos painéis com tal

finalidade representaria um grande avanço para a produção de energia e para o fim de muitos problemas socioambientais.

## Energia solar: o que é?

É assim denominado todo tipo de captação de energia luminosa proveniente do Sol, que após sua coleta é transformada em alguma forma utilizável pelo homem, seja como energia elétrica, mecânica ou apenas para o aquecimento de água. Há dois métodos de captura de energia solar o direto e o indireto.

- **Direto:** apenas uma transformação para fazer da energia solar um tipo de energia utilizável pelo homem.
- **Indireto:** precisa haver mais de uma transformação para que surja energia utilizável.

## Radiação solar

Além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar etc.), a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Isso se deve à inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução).



Figura 1 – Representação das estações do ano e do movimento da Terra em torno do Sol

Fonte: MAGNOLI; SCALZARETO, 1998. (Adaptado)

\* Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos- Centro

\*\* Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos- Centro

Para maximizar o aproveitamento da radiação solar, pode-se ajustar a posição do coletor ou painel solar de acordo com a latitude local e o período do ano em que se requer mais energia. No Hemisfério Sul, por exemplo, um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o Norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local.

### Conversão direta da radiação solar em energia elétrica

Além dos processos térmicos, a radiação solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica, por meio de efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro se caracteriza pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, quando tal junção está a uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios. Embora muito empregado na construção de medidores de temperatura, seu uso comercial para a geração de eletricidade tem sido impossibilitado pelos baixos rendimentos obtidos e pelos custos elevados dos materiais.

### Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico). O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Em 1876 foi montado o primeiro aparato fotovoltaico resultado de estudos das estruturas no estado sólido, e apenas em 1956 iniciou-se a produção industrial seguindo o desenvolvimento da microeletrônica.

O efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar (ou outras formas apropriadas de energia).

Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica.

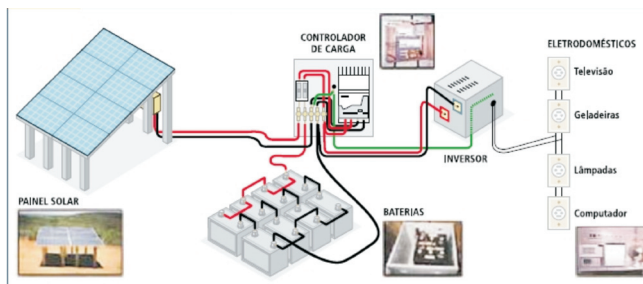


Figura 2 – Sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica  
Fonte: CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB), 2000. (Adaptado)

### Composição e fabricação de painéis fotovoltaicos

#### Efeito fotovoltaico

Os módulos são compostos de células solares de silício. Elas são semicondutoras de eletricidade porque o silício é um material com características intermediárias entre um condutor e um isolante.

O silício apresenta-se normalmente como areia. Através de métodos adequados obtém-se o silício em forma pura. O cristal de silício puro não possui elétrons livres e, portanto é um mau condutor elétrico. Para alterar isto acrescentam-se porcentagens de outros elementos. Este processo denomina-se dopagem. Mediante a dopagem do silício com o fósforo obtém-se um material com elétrons livres ou material com portadores de carga negativa (silício tipo N). Realizando o mesmo processo, mas acrescentando boro em vez de fósforo, obtém-se um material com características inversas, ou seja, déficit de elétrons ou material com cargas positivas livres (silício tipo P).

Cada célula solar compõe-se de uma camada fina de material tipo N e outra com maior espessura de material tipo P (ver Figura 3).

Separadamente, ambas as capas são eletricamente neutras. Mas ao serem unidas, exatamente na união P-N, gera-se um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo N que ocupam os vazios da estrutura do silício tipo P.

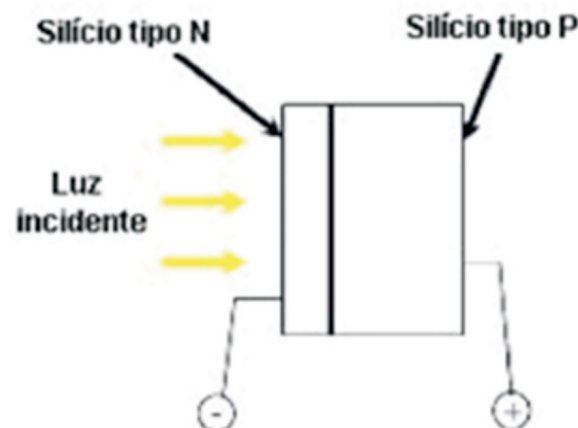


Figura 3 – Célula solar

Ao incidir a luz sobre a célula fotovoltaica, os fótons que a integram chocam-se com os elétrons da estrutura do silício dando-lhes energia e transformando-os em condutores. Devido ao campo elétrico gerado na união P-N, os elétrons são orientados e fluem da camada "P" para a camada "N".

Por meio de um condutor externo, conecta-se a camada negativa à positiva. Gera-se assim um fluxo de elétrons (corrente elétrica) na conexão. Enquanto a luz continue a incidir na célula, o fluxo de elétrons manter-se-á. A intensidade da corrente gerada variará proporcionalmente conforme a intensidade da luz incidente.

Cada módulo fotovoltaico é formado por uma determinada quantidade de células conectadas em série. Como se viu anteriormente, ao unir-se a camada negativa de uma célula com a positiva da seguinte, os elétrons fluem através dos condutores de uma célula para a outra. Esse fluxo repete-se até chegar à última célula do módulo, da qual fluem para o acumulador ou a bateria. Cada elétron que abandona o módulo é substituído por outro que regressa do acumulador ou da bateria. O cabo da interconexão entre módulo e bateria contém o fluxo, de modo que quando um elétron abandona a última célula do módulo e encaminha-se para a bateria outro elétron entra na primeira célula a partir da bateria.

É por isso que se considera inesgotável um dispositivo fotovoltaico. Produz energia elétrica em resposta à energia luminosa que entra no mesmo. Deve-se esclarecer que uma célula fotovoltaica não pode armazenar energia elétrica.

## Tipos de células

Existem três tipos de células, conforme o método de fabricação.

- **Silício monocristalino:** Estas células obtêm-se a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino produzidas em fornos especiais. As células são obtidas por corte das barras em forma de pastilhas quadradas finas (0,4-0,5 mm de espessura). A sua eficiência na conversão de luz solar em eletricidade é superior a 12%.

- **Silício policristalino:** Estas células são produzidas a partir de blocos de silício obtidos por fusão de bocados de silício puro em moldes especiais. Uma vez nos moldes, o silício arrefece lentamente e solidifica-se. Nesse processo, os átomos não se organizam num único cristal. Forma-se uma estrutura policristalina com superfícies de separação entre os cristais. Sua eficiência na conversão de luz solar em eletricidade é ligeiramente menor do que nas de silício monocristalino.

- **Silício amorfo:** Estas células são obtidas por meio da deposição de camadas muito finas de

silício sobre superfícies de vidro ou metal. Sua eficiência na conversão de luz solar em eletricidade varia entre 5% e 7%.

## Fabricação dos módulos fotovoltaicos

O módulo fotovoltaico é composto por células individuais conectadas em série. Esse tipo de conexão permite adicionar tensões. A tensão nominal do módulo será igual ao produto do número de células que o compõem pela tensão de cada célula (aprox. 0,5 volts). Geralmente produzem-se módulos formados por 30, 32, 33 e 36 células em série, conforme a aplicação requerida. Procura-se dar ao módulo rigidez na sua estrutura, isolamento elétrico e resistência aos fatores climáticos. Por isso, as células conectadas em série são encapsuladas num plástico elástico (etilvinilacetato) que faz também o papel de isolante elétrico, um vidro temperado com baixo conteúdo de ferro, na face voltada para o sol, e uma lamina plástica multicamada (poliéster) na face posterior. Em alguns casos o vidro é substituído por uma lâmina de material plástico transparente. O módulo tem uma moldura composta de alumínio ou poliuretano e caixas de conexões às quais chegam os terminais positivo e negativo da série de células. Nos bornes das caixas conectam-se os cabos que ligam o módulo ao sistema.

Etapas do processo de fabricação do módulo:

- Ensaio elétrico e classificação das células;
- Interconexão elétrica das células;
- Montagem do conjunto: colocação das células soldadas entre camadas de plástico encapsulante e lâminas de vidro e plástico;
- Laminação do módulo: o conjunto é processado numa máquina semiautomática a alto vácuo que, por um processo de aquecimento e pressão mecânica, conforma o laminado;
- Curagem: o laminado processa-se num forno com temperatura controlada no qual completa-se a polimerização do plástico encapsulante e alcança-se a adesão perfeita dos diferentes componentes. O conjunto, depois da curagem, constitui uma única peça;
- Emolduração: coloca-se primeiramente um selante elástico em todo o perímetro do laminado e a seguir os perfis de alumínio que formam a moldura. Usam-se máquinas pneumáticas para conseguir a pressão adequada. As molduras de poliuretano são colocadas por meio de máquinas de injeção;
- Colocação de terminais, bornes, díodos e caixas de conexões;
- Ensaio final.





Figura 4 – Sistema térmico de geração solar de energia elétrica (Califórnia - EUA)  
Fonte: NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (NREL). EUA, 2000.

### Projetos fotovoltaicos no Brasil

Atualmente há vários projetos, em curso ou em operação, para o aproveitamento da energia solar no Brasil, particularmente por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade, visando ao atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional.

Além do apoio técnico, científico e financeiro recebido de diversos órgãos e instituições brasileiras (MME, Eletrobrás/CEPEL e universidades, entre outros), esses projetos têm tido o suporte de organismos internacionais, particularmente da Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ e do Laboratório de Energia Renovável dos Estados Unidos (National Renewable Energy Laboratory) – NREL/DOE. Também a área de aproveitamento da energia solar para aquecimento de água tem adquirido importância nas regiões Sul e Sudeste do país, onde uma parcela expressiva do consumo de energia elétrica é destinada a esse fim, principalmente no setor residencial.

### Energia solar no mundo

Em 2004, a capacidade instalada mundial de energia solar era de 2,6 GW, cerca de 18% da capacidade instalada de Itaipu. Os principais países produtores, curiosamente, estão situados em latitudes médias e altas. O maior produtor mundial era o Japão (com 1,13 GW instalados), seguido da Alemanha (com 794 MW) e Estados Unidos (365 MW).

Entrou em funcionamento em 27 de março de 2007 a Central Solar Fotovoltaica de Serpa (CSFS), a maior unidade do gênero do mundo. Fica situada na freguesia de Brinches, Alentejo, Portugal, numa das áreas de maior exposição solar da Europa. Tem capacidade instalada de 11 MW, suficiente para abastecer cerca de oito mil habitações. Entretanto está projetada e já em

fase de construção outra central com cerca de seis vezes a capacidade de produção desta, também no Alentejo, em Amareleja, concelho de Moura.

Muito mais ambicioso é o projeto australiano de uma central de 154 MW, capaz de satisfazer o consumo de 45.000 casas. Ela se situará em Victoria e prevê-se que entre em funcionamento em 2013, com o primeiro estágio pronto em 2010. A redução de emissão de gases de estufa conseguida por esta fonte de energia limpa será de 400.000 toneladas por ano.

### Energia solar e o meio ambiente

Para enfrentarmos os desafios do novo milênio, a energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras, pois o sol é fonte de energia renovável, permanente e abundante. Para as áreas afastadas e não eletrificadas, a energia solar é a solução ideal, especialmente no Brasil onde há bons índices de insolação em toda parte do território.

Anualmente, o sol irradia o equivalente a 10.000 vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período. O sol produz continuamente cerca de 390 sextilhões de quilowatts de potência. Para cada metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas.

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica, mas tem como desvantagem a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento. Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano poderia nos dar um 1 suprimento de energia equivalente a:

- 54% do petróleo nacional
- 2 vezes a energia obtida com o carvão mineral
- 4 vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidrelétrica.



Figura 5 – Usina de energia solar

## Conclusão

Pôde-se verificar que:

- A energia solar é uma importante energia renovável;
- Sua principal utilização, para a produção de energia elétrica, se dá através dos painéis fotovoltaicos;
- Sua utilização tem crescido no Brasil e, visivelmente, em todo o mundo;
- Comparando-se a outras energias, o impacto ambiental causado pode ser considerado pequeno.

## Referências

BRITO, S. S. Energia solar princípios e aplicações. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito [online]. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial\\_solar.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_solar.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO – CRESESB, 2000. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/cresesb.htm>>. Acesso em: dez. 2010.

ENERGIA solar [online]. ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar%283%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

ENERGIA solar e o meio ambiente [online]. Disponível em: <[http://www.fcmc.es.gov.br/download/energia\\_solar.pdf](http://www.fcmc.es.gov.br/download/energia_solar.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2010.

ENERGIA solar. Dependedenos. [online]. Disponível em: <<http://www.dependedenos.org.br/docs/dicas%20meio/Meio%20Ambiente/Energia%20Solar.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

MAGNOLI, D.; SCALZARETO, R. Geografia, espaço, cultura e cidadania. São Paulo: Moderna, 1998. v.1. (Adaptado)

NATIONALRENEWABLEENERGYLABORATORY (NREL). EUA, 2000. Disponível em: <[http://www.nrel.gov/energy\\_resources](http://www.nrel.gov/energy_resources)>. Acesso em: dez. 2010.

REDAÇÃO Ambiente Brasil Energia Solar e o Meio Ambiente [online]. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia\\_solar/energia\\_solar\\_e\\_o\\_meio\\_ambiente.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/energia_solar_e_o_meio_ambiente.html)>. Acesso em: 15 out. 2010.

SUA pesquisa.com. Disponível em: <[http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/energia\\_solar.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_solar.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

