

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Alberto Barbosa de Godoi Cintra¹, Carlos Cristiano¹, Leandro da costa Ferreira¹, Roger Alexander Lourenço¹, Mayara dos Santos Amarante²

RESUMO: A busca pela diversificação da matriz energética brasileira tem se tornado cada vez mais necessária, sendo motivada por dois principais fatores. Primeiramente pelo atual panorama energético, em que, com a diminuição das chuvas e conseqüente redução da energia gerada por hidroelétricas, associado à necessidade da utilização de termelétricas, aumentou-se, significativamente, o preço da energia. E ainda, pela necessidade de explorar recursos renováveis que trazem flexibilidade e sustentabilidade quando da sua utilização. Diante deste cenário, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma tecnologia em constante avanço, no Brasil e no mundo. Por meio desta pesquisa, buscamos apresentar o princípio de utilização desta energia, considerando os equipamentos e materiais aplicados ao sistema, assim como a eficiência a eles envolvida. Ao final, tem-se uma visão ampliada da utilização da luz solar para a produção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, podendo aplica-la em situações específicas, como sua instalação em postes de iluminação pública.

Palavras-chave: Energia elétrica. Fotovoltaica. Luz solar

ABSTRACT: The search for the diversification of the Brazilian energy has been increasingly necessary, being motivated by two main factors. Why energy is generated by hydroelectric, associated with the use of thermoelectric, has significantly increased the price of energy. And the ability to exploit renewable resources, that bring flexibility and sustainability when in used. Given this scenario, photovoltaic solar energy presents itself as a technology in constant advance, in Brazil and in the world. Through this research, by means of that presentation the energy performance, considering the materials and materials applied to the system, as well as the more efficiency. At the end, there is a broader view of sunlight for the production of electricity through photovoltaic panels, and it may apply to specific situations, such as their installation on streetlights,

Keywords: Electric Power; Photovoltaic; sunlight.

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a humanidade utilizou os recursos naturais do planeta, para suprir suas necessidades energéticas, sem grandes preocupações em relação aos efeitos que causariam ao meio ambiente. De acordo com Gore (2010, p.32), “a civilização humana e o ecossistema terrestre estão entrando em choque, e a crise climática é a manifestação mais proeminente, destrutiva e ameaçadora desse embate”. A atual situação climática brasileira ilustra o apresentado pelo autor, já que o comportamento do tempo não está de acordo com os parâmetros já estudados das estações climáticas do ano. Segundo a (NASA 2018), desde meados do século 20 a atividade humana vem alterando o clima em taxas sem precedentes, com o avanço tecnológico cientistas conseguiu analisar

¹ Discentes do Curso de Engenharia de Produção. Universidade Braz Cubas.

² Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil(2015). Professor Titular da Universidade Braz Cubas , Brasil.

o panorama geral do clima onde o dióxido de carbono e outros gases aumentaram significativamente os níveis de efeito estufa. Concomitante ao cenário de busca por melhorias, as pesquisas e investimentos em tecnologias que utilizam recursos naturais renováveis, para a diversificação da matriz energética, têm aumentado. Com isso, a energia solar fotovoltaica tornou-se mais conhecida e ampliou seu mercado econômico e acadêmico. Considerando o apresentado e o grande potencial solar energético do Brasil, a presente pesquisa vem abordar as questões técnicas relacionadas à utilização desta energia, e apresentar um panorama geral da evolução desta tecnologia.

2. OBJETIVO

Principal objetivo deste trabalho é o estudo de sistemas solares fotovoltaicos, qualidade da energia gerada, eficiência energética do sistema.

Os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) Conhecer os sistemas fotovoltaicos a serem estudados, bem como dados climáticos e históricos da região;
- b) Explicar de forma clara o sistema fotovoltaico;
- c) Citar uma aplicação no Brasil.

3. ENERGIA SOLAR

A energia solar é uma energia de fácil acesso e disponível para ser aproveitada por todos, pois se encontra em abundância. É uma energia totalmente limpa e renovável que é uma enorme vantagem. A tecnologia usada para aproveitar é de baixa manutenção e tem vindo a sentir os seus custos diminuir constantemente, devido ao aumento da procura. Os novos avanços tecnológicos e a maior eficiência de toda a tecnologia envolvida a torna convidativa. A energia solar pode ser dividida em duas grandes vertentes, a energia solar térmica e a energia solar fotovoltaica. A energia fotovoltaica será o alvo de maior interesse nesta pesquisa, pois a mesma tem vindo a crescer de forma constante em quase todo o mundo. Uma das vantagens desta tecnologia a sua modularidade e facilidade de instalação. A modularidade desta tecnologia torna-a ideal para a produção doméstica e permite que seja usada para

aplicações que necessitem tanto de grande potência como para aplicações de baixa potência. Desta forma tomamos a perceber que a energia solar ou mais conhecida como energia fotovoltaica, precisaremos compreender como se obtém a mesma e a como aproveitá-la.

3.1 Por Radiação Solar

Esta parte da pesquisa irá descrever a importância da radiação para os sistemas fotovoltaicos e as suas ferramentas para fazer sua medição de consumo. A radiação que alcança a atmosfera da Terra, chamamos de radiação incidente. A radiação incidente na atmosfera terrestre é relativamente constante, mas a radiação que alcança a superfície da terra vai variar devido a vários fatores:

- Efeitos atmosféricos de absorção e reflexão;
- Variações locais a nível da atmosfera, como níveis de vapor de água, nuvens e poluição;
- A latitude do local é algo muito importante;
- A estação do ano, a data e a hora do dia, estes fatores vão ter diferentes efeitos conforme o local da superfície terrestre que se vai estudar, por exemplo, num deserto, vai haver pouca variação da radiação recebida devido ao efeito das nuvens, enquanto que uma região equatorial vai sentir pouco efeito devido às estações do ano. A importância de ter em conta estes fatores, tem a ver com o fato de a quantidade de radiação solar que alcança a superfície terrestre, por hora, deve ser superior à energia consumida na terra por ano.

Na Figura 2.1 pode ver-se o peso de cada um dos efeitos referidos em cima

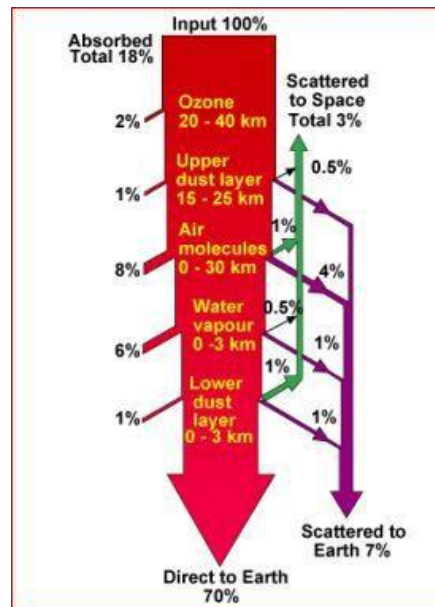


Figura 2.1: Perdas de radiação solar na atmosfera terrestre [7].

3.2 Movimento da Terra

Em sistemas com painéis fotovoltaicos é essencial saber a quantidade de luz solar disponível numa determinada localização e durante quanto tempo. A radiação solar é a energia radiante emitida pelo Sol, que é medida em unidades de kW/m^2 , e varia durante o dia desde 0 kW/m^2 até um máximo de 1 kW/m^2 , durante o período de maior radiação. A radiação solar é altamente dependente da localização e do tempo local, logo existe a necessidade de medi-la. Para isto usam-se aparelhos construídos para o efeito que são:

- Piranómetro: mede a radiação global;
- Actonógrafo: mede e regista a radiação global;
- Heliógrafo: mede e regista o número de horas de insolação;
- Piroheliómetro: mede a radiação direta normal;

Os dados obtidos por estes aparelhos permitem desenhar mapas de radiação.

Muito importante destacar que movimento da Terra em redor do Sol vai ser de grande importância em qualquer projeto que envolva a produção de energia fotovoltaica.

O aparente "movimento" do Sol, causado pelo movimento da Terra, sobre o seu eixo, vai fazer variar o ângulo em que a componente direta da luz vai atingir a Terra, como tal é necessário perceber o movimento da Terra em redor do Sol.

Sabemos que movimento da Terra em redor do Sol não vai ser constante durante o ano, provocando o aumento do número de horas de luz durante o Verão e diminuição durante o Inverno. Este fato vai ser importante, dependendo do tipo de seguimento que é usado.

Na Figura 2.2 pode ver-se o mapa da radiação solar anual no

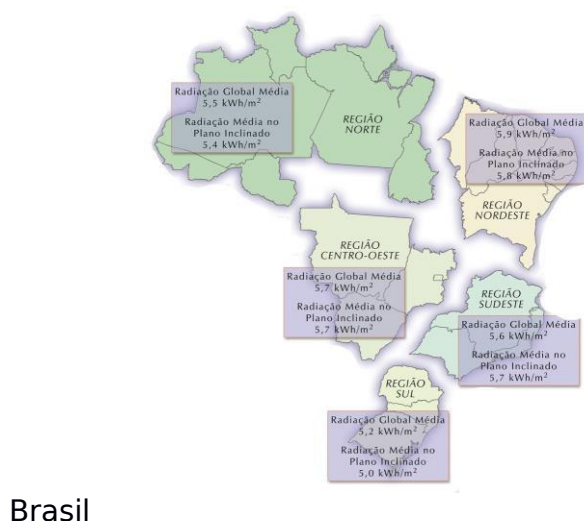


Figura 2.2: Mapa da Radiação no Brasil [6].

A Figura 2.2 acima apresenta o potencial anual médio de energia solar para o período de 10 anos em que este estudo se baseia. A região Nordeste apresenta a maior disponibilidade energética, seguida pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste.

As características climáticas da região Norte reduzem seu potencial solar médio a valores próximos da região Sul.

A Figura permite a comparação inter-anual das médias anuais diário de irradiação solar global na superfície para cada uma das regiões brasileiras.

3.3 Painéis Fotovoltaicos

Os Painéis Fotovoltaicos são componentes essenciais nos sistemas de energia fotovoltaica, visto que sem eles não seria possível converter a radiação solar em energia elétrica. São conjuntos de células fotovoltaicas interligadas entre si com o objetivo de converter energia solar em energia elétrica. Ao conjunto de células fotovoltaicas normalmente dá-se o nome de módulo. Quando se tem vários módulos ligados entre si forma-se, um array³.

As células fotovoltaicas são constituídas principalmente por materiais semicondutores como o silício cristalino e o arsenieto de gálio. A célula fotovoltaica possui dois contatos elétricos em extremos opostos, que vão permitir fechar o circuito elétrico. O conjunto de células fotovoltaicas encontra-se protegido por uma capa protetora que deve ser um material condutor térmico, para dissipar o calor acumulado. A importância de possuir tal característica será explicada a seguir;

O modelo equivalente do painel fotovoltaico pode ser representado pelo circuito da Fig. 2.3.

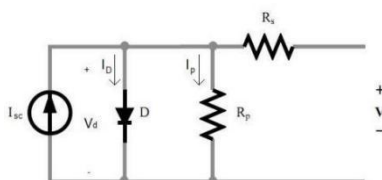


Figura 2.3: Modelo equivalente da célula Fotoelétrica [8].

O modelo é conhecido pelo modelo de díodo único. O circuito é composto por uma fonte de corrente, um díodo e duas resistências.

4. APLICAÇÕES NO BRASIL

De acordo com Zilles & Rüter (2010), a conversão fotovoltaica da energia solar por meio de sistemas conectados à rede promove diversos benefícios ao sistema elétrico e ao meio ambiente. Como principal vantagem técnica descreve a possibilidade de se produzir eletricidade nos próprios pontos de consumo, seja de forma isolada ou ainda integrada diretamente às construções,

³ array, (termo do inglês, significa arranjo) Os arranjos mantêm uma série de elementos de dados, geralmente do mesmo tamanho e tipo de informações.

instalados nos telhados, fachadas e coberturas das edificações.

Inicialmente no Brasil, houve instalação de sistemas fotovoltaicos isolados através de programas políticos para inclusão energética, além de investimentos privados em sistemas nos quais não era viável a construção de linhas de transmissão e/ou distribuição. Em relação a sistemas fotovoltaicos conectados à rede, algumas instalações pioneiras foram as incentivadas pelo governo em instituições de ensino ou por pesquisas de concessionárias. Apesar de regulamentados e já em funcionamento em diversos pontos no país, existem muitas pesquisas para o aprimoramento das tecnologias e de suas aplicações. (ZILLES et al., 2012). Como incentivo à geração distribuída, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou a resolução normativa N° 482 em 17 de abril de 2012, possibilitando a mini e micro geração distribuída, onde o consumidor final poderá gerar sua própria energia elétrica e compensar o excedente, sendo disponibilizada para instalação a partir de dezembro de 2012 através de pedidos específicos à concessionária local. Essa regulamentação de instalação e da relação de troca energética com a concessionária, regularizada através do sistema de compensação (ou net metering), prepara a rede para agregar novas fontes, inclusive a energia solar fotovoltaica conectada à rede. A paridade da rede para os SFCR, ou seja, o momento em que a utilização de sistemas fotovoltaicos se torna viável economicamente de acordo com os estudos de custos nivelados de eletricidade (feito com base em premissas econômicas, de custos dos sistemas e da energia), é um tema bastante comentado e aguardado por investidores e consumidores ao redor do mundo. Diversos trabalhos como Breyer e Gerlach (2012), Bazilian et al. (2013), Mitscher e Rüther (2012) e Salamoni e Rüther (2007) preveem a data de paridade de rede como próxima mas não precisa, em que até 2015 diversas cidades já terão viabilidade econômica para instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Jannuzzi e Melo (2013) comentam ainda sobre a possibilidade do Brasil chegar a uma capacidade instalada de 703 MWp no ano 2030. De acordo com Konzen (2014), a capacidade estimada para 2023 é de 330 MWp, podendo atingir 3,1 GWp num cenário mais favorável a incentivos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre os principais resultados estão o fato de que o Brasil pode chegar a

uma capacidade instalada de 703 MWp no ano de 2030, sendo a capacidade estimada para 2023 de 330 MWp.

A Figura 2.2 permite a comparação inter-anual das médias anuais diário de irradiação solar global na superfície para cada uma das regiões brasileiras. A Figura mostra dados inter-anuais das médias sazonais e apresenta a maior variabilidade entre fluxo de radiação solar média no Verão e em comparação ao fluxo no Inverno. A região Norte possui variabilidade entre as estações do ano da irradiação solar resultante $5,1\text{kWh/m}^2$) e o valor máximo (aproximadamente $5,9\text{kWh/m}$).

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como a Energia Solar fotovoltaica é implantada e produzida para abastecer motores, casas, cidades entre outros. Além disso, também permitiu uma visão ampliada dos processos desde a composição microscópica, com a incidência do sol nas placas fotovoltaicas até a sua transformação em forma de energia possibilitando o abastecimento de diversos meios. Também é possível identificar seus pontos positivos como diminuição dos impactos ao meio ambiente e redução de gastos com energia, como também seus pontos negativos como o elevado investimento para sua aplicação nas indústrias e a oscilação de energia causando a diminuição da potência em motores e redes.

Assim podemos concluir que inicialmente no Brasil, houve instalação de sistemas fotovoltaicos isolados através de programas políticos para inclusão energética, além de investimentos privados em sistemas nos quais não era viável a construção de linhas de transmissão e/ou distribuição. Em relação a sistemas fotovoltaicos conectados à rede, algumas instalações pioneiras foram as incentivadas pelo governo em instituições de ensino ou por pesquisas de concessionárias. Apesar de regulamentados e já em funcionamento em diversos pontos no país, existem diversas pesquisas para o aprimoramento das tecnologias e de suas aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] Zilles, Roberto, Padrões técnicos para sistemas fotovoltaicos domiciliares no Brasil - concepção e exemplo de aplicação, Workshop “energia fotovoltaica na eletrificação rural” na Conferencia Rio6, Rio de Janeiro, Novembro 2006
- [2] Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) (ANEEL). Resoluções homologatórias - Biblioteca virtual. Disponível em . Acesso em: 24 de janeiro de 2006.
- Rüther, Ricardo. Edifícios solares fotovoltaicos. Florianópolis: Editora UFSC/LABSOLAR, 2004. 113 p.
- [3] Pelegrinni, F.R. & Fogliatto, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box- Jenkins para a previsão de demanda sazonal. Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, p.72-85, 2000.
- [4] Beyer, H. G.; Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Abreu, S. L.; Colle, S.; Perez, R.; Schillings, C.; Mannstein, H.; Meyer, R.. Assessing satellite derived irradiance information for South America within the UNEP resource assessment project SWERA. Proceedings of the 5th ISES Europe Solar Conference, held in Freiburg, Germany, 2004. Colle, S.; Pereira, E. B. Atlas de irradiação solar do Brasil - 1ª. versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia.
- [5] Jesús P. Vara JUSTO R. Calvo Francisco J. Gómez Gil, Miguel Martín. A review of solar tracker patents in Spain. Proceedings of the 3rd WSEAS Int. Conf. on RENEWABLE ENERGY SOURCES, páginas 292-297, Junho 2009.
- [6] Agência Nacional de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional - BEN 2004, 2004. [online] <http://www.mme.gov.br/>, 2005
- [7] Gambi, W. Avaliação de um modelo físico estimador de irradiância solar baseado em satélites geoestacionários. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- [8] Atmospheric effects. Atmospheric effects, November 2012. URL: <http://pvcdrom.pveducation.org/SUNLIGHT/ATMOSPH.HTM>.