

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA TECNOLOGIA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR *ON-GRID* E *OFF-GRID* NO BRASIL

Ben Hur Ortiz Corrêa¹
David Daniel e Silva²

Como energia solar se entende a energia obtida do sol, a qual chega na superfície da Terra como ondas eletromagnéticas (fótons), seja de maneira direta ou difusa. No sol é a fusão atômica a responsável pela liberação dessa energia — um gigantesco processo termonuclear que converte cerca de 650 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio a cada segundo (BROWN, 1988).

Quanto às tecnologias para a geração de energia elétrica aproveitando a luz solar, ressaltase aqui a tecnologia *on-grid* e *off-grid*. O sistema *on-grid* é interligado à rede de distribuição de energia da concessionária local, já o sistema *off-grid* utiliza-se de baterias para manter o uso de equipamentos elétricos mesmo em períodos de menor produção (RUTHER, 2004), (PORTAL SOLAR, 2017).

O texto apresentado aqui é oriundo do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do DECT/CEAD/UDESC, onde foram estudadas e apresentadas as tecnologias de geração e produção de energia solar fotovoltaica *on-grid* e *off-grid* no Brasil. Foi realizado um estudo do estado da arte e da tecnologia que envolve a concepção e a geração da energia solar sob a tecnologia *on-grid* e *off-grid*; foram apresentadas as vantagens, desvantagens e apontou-se elementos para a escolha das tecnologias de produção de energia solar. Além disso, também foram estudadas a concepção e o funcionamento dos mecanismos que envolvem a produção de energia solar fotovoltaica *on-grid* e *off-grid*, esperando contribuir para o estudo, conhecimento, documentação e desenvolvimento dos sistemas de geração de energia provenientes da luz solar. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica argumentativa de caráter exploratório. Neste caso, foi tomada uma postura sobre o tema com a finalidade de analisar e definir, dentro do elemento de estudo, a resposta para as questões elencadas.

A conversão de energia fotovoltaica é de uma única etapa, convertendo energia da luz solar em energia elétrica. A explicação está na teoria quântica. A luz é feita de pacotes de energia, chamados fótons, cuja energia depende somente da frequência (ou cor) da luz. A energia da luz visível é suficiente para excitar elétrons, “presos” em sólidos, há níveis de energia maiores do que eles teriam se estivessem em movimento livre. Normalmente, quando a luz é absorvida pela matéria, os fótons excitam os elétrons para níveis de energia maiores dentro da matéria, mas os elétrons rapidamente “relaxam” e retornam ao seu estado inicial de energia. Em um dispositivo fotovoltaico, no entanto, existe uma assimetria que empurra os elétrons excitados para fora do corpo antes que eles possam “relaxar”, alimentando um circuito externo. A energia extra dos elétrons excitados gera uma diferença de potencial, ou seja, uma força eletromotriz. A eficiência de tal dispositivo depende dos materiais que absorvem a luz e da maneira que estão conectados ao circuito externo (DIENSTMANN, 2009).

A energia solar vem entrando na matriz elétrica brasileira de duas maneiras: geração centralizada e geração distribuída. Com os dois mercados se desenvolvendo de maneira paralela,

¹ Acadêmico do Curso de B. Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (CEAD/UDESC) – ben.correa@edu.udesc.br

² Orientador (DECT/CEAD/UDESC) – david.silva@udesc.br

tendo a geração distribuída uma legislação e incentivos próprios. Desse modo a Energia Solar se desenvolve em duas frentes, uma frente liderada pelos grandes investimentos e promovida por leilões e ações integradoras do Ministério de Minas e Energia e uma frente movida pelo mercado comum, dos consumidores, em sua maioria cativos, que enxergam na energia solar uma forma de fugir da variabilidade tarifária ao qual o sistema elétrico vem sendo exposto (MESQUITA, 2022, 55p.).

A Tabela 1 apresenta o ranking por capacidade instalada da energia do potencial fotovoltaico dos principais países e o Brasil em 2021.

Tabela-1: Capacidade total instalada e potencial fotovoltaico entre 10 países e o Brasil

Ranking por capacidade instalada acumulada			
Posição	País	GW	Potencial Fotovoltaico (KWh/KWp por dia)
1	China	204,7	2.21-5.82
2	Estados Unidos	75,9	2.32-5.47
3	Japão	63,0	2.65-4.07
4	Alemanha	49,2	2.72-3.32
5	Índia	42,8	3.39-5.24
6	Itália	20,8	2.67-4.54
7	Austrália	14,6	3.60-5.32
8	Reino unido	13,3	1.94-3.08
9	Coreia	11,2	3.32-4.02
10	França	9,9	2.90-4.38
11	Brasil	4,5	3.59-4.89

Fonte: Revista Científica ANAP Brasil. Volume 15, número 36, 2021.

Ressalta-se que os parâmetros da Tabela-1, potencial por dia e capacidade instalada, não estão diretamente relacionados. Neste sentido, o Brasil possui um potencial de 3,59 – 4,89 kWh/kWp por dia, maior do que o Japão (terceiro colocado) e mesmo assim sua capacidade instalada (4,5 GW) não o coloca em uma posição expressiva no ranking. (ANAP, 2021).

Os dados da Tabela-1 evidenciam que o potencial brasileiro precisa ser ainda mais desenvolvido. Mas o crescimento da tecnologia de captação de energia solar depende da importância de fatores externos, como políticas públicas, por exemplo, para a penetração de energias mais limpas na matriz energética do país. Outro fato interessante é que 2 dos 5 países mais expressivos (Índia e China) são considerados de economia emergente, pertencente ao grupo BRICS, assim como o Brasil (ANEEL, 2020), (GLOBAL, 2022).

O Brasil é um país com grande potencial para geração de energia solar, recebe grandes índices de irradiação e é um dos países que mais produz silício do mundo, material usado para confecção de placas solares. Além disso, o Brasil é um dos que tem as fontes energéticas mais limpas, com isso o sistema vem para completar a geração de consumo diminuindo as perdas com transmissão (SILVA, 2022).

De outro lado, hoje o mundo está tão dependente da energia gerada pelos modelos energéticos projetados pelo homem que se torna importante a realização de pesquisas que possam contribuir para que os impactos causados por estes modelos sejam minimizados ou ao menos os estudos fiquem registrados para estudo, mostrando quais as vantagens e desvantagens da utilização dos mesmos. (KEMERICH, 2016)

As crescentes preocupações com o aquecimento global, poluição ambiental e energia limpa, aumentaram o interesse no desenvolvimento de fontes renováveis, como a energia proveniente do sol (BARBOSA, 2022). A energia solar pode ser uma das formas de minimizar os danos causados

ao meio ambiente, neste sentido é evidente que todos os trabalhos científicos e/ou acadêmicos sobre a geração de energia limpa tornam-se importantes para a manutenção e preservação do mesmo.

O estudo do estado da arte da tecnologia de geração de energia solar fotovoltaica *on-grid* e *off-grid* no Brasil neste trabalho documenta informações diversas, principalmente de novos estudos, tendências, e previsões para o futuro da tecnologia fotovoltaica brasileira, baseando-se em referencial teórico.

Assim, pode-se dizer que o registro deste trabalho é importante não só pelo aspecto tecnológico, mas também pela sua relevância acadêmica, social, econômica e ambiental.

Palavras-chave: Energia Solar. Sistema Fotovoltaico Off-Grid. Sistema Fotovoltaico On-Grid.

Referências:

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica; Resolução Normativa N° 482/2012. 17 de abril de 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

BARBOSA, L. de O.; et al. **Uma Estimativa do Custo de Abatimento de Carbono da Energia Fotovoltaica Distribuída no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://app.uff.br/>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

BROWN, E. **An introduction to Solar Energy**. 1988.

DIENSTMANN, G. Energia solar: Uma comparação de tecnologias, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/24308>. Último acesso em: 22 de junho de 2022.

GLOBAL. Global Solar Atlas. **Potencial de Energia Fotovoltaica Global Por País**. <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>. Acesso em setembro de 2022.

KEMERICH, P. D. da C; et al. **Paradigmas da Energia Solar no Brasil e no Mundo**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria, v.20, n1, jan.-abr. 2016, p. 241-24

MESQUITA, J. C. D. Estudo sobre a transição energética na matriz elétrica brasileira, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/65188>. Acesso em: 24 de junho de 2022.

PORTAL SOLAR. **Como Funciona o Pannel Fotovoltaico-Placas Fotovoltaicas**, 2017. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painelsolarfotovoltaico.html> . último acesso em: 04 de junho de 2022.

ANAP. Revista Científica ANAP Brasil ISSN 1984-3240 -Volume 15, número 36, 2021.

RÜTHER, R. Edifícios Solares Fotovoltaicos. 1º edição. Editora UFSC/LABSOLAR. Florianópolis, 2004. Acesso em: 04 de junho de 2022.

SILVA, H. M. F.da. Araújo, F. J. C. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: uma Revisão Bibliográfica**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8.n.03. mar. 2022. ISSN - 2675 – 3375