

## APLICAÇÕES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID

Thiago de Santana Souza<sup>1</sup>, Bruno Santos Nascimento<sup>1</sup>, Daniel Costa Santos<sup>1</sup>, Genario de Jesus da Silva<sup>1</sup>,  
Diego Lopes Coriolano<sup>2</sup>, José Espínola da Silva Junior<sup>2</sup>.

1. Estudante do Instituto Federal de Sergipe (IFS)

2.. Professor do IFS - Departamento de Engenharia Elétrica/Orientador

### Resumo

Atualmente, para superar problemas de poluição do ar e o aquecimento global, são utilizados recursos de energia renovável (solar, eólica, maré, água, biomassa etc.). O uso da energia renovável reduz significativamente a emissão de CO<sub>2</sub>. Este trabalho visa a demonstração e análise de sistemas fotovoltaicos isolados da rede em diversos experimentos. Esta análise consiste em apresentar aplicações práticas do uso do sistema fotovoltaico off-grid. Foram utilizadas três placas fotovoltaicas de diferentes potências para acionar cargas como: motor de transferência de fluido, bomba d'água, cooler e led. Foram aferidos e discutidos a tensão e corrente elétrica dos experimentos. Percebe-se que, apesar das placas fotovoltaicas fornecerem tensão acima de 20V, é fundamental verificar a potência fornecida para o acionamento das cargas. Portanto, os experimentos foram realizados com sucesso e divulgando o uso da energia solar como sendo uma fonte de energia renovável.

**Palavras-chave:** Energia solar; Placas fotovoltaicas; Eficiência energética.

**Apoio financeiro:** PROPEX/DInovE (IFS).

### Introdução

Responsável pelo desenvolvimento e manutenção da vida na Terra, o sol pode ser visto, de acordo com a nossa escala de tempo e com os atuais níveis de consumo energético, como uma fonte de energia inesgotável. O aproveitamento da energia gerada por este astro é, sem sombra de dúvidas, uma das alternativas energéticas mais promissoras para a humanidade (GALDINO *et al.*,2002).

Com o aumento da utilização das fontes de energias renováveis e o Brasil apresentando um dos maiores índices de irradiação solar do mundo, percebeu-se a necessidade de aproveitar ao máximo essa fonte de energia. Assim, a procura por uma fonte inesgotável de energia aumentada gradativamente, tendo a energia solar como uma excelente opção. A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica (IMHOFF,2007).

A Energia Solar apresenta inúmeras vantagens, entre os benefícios pode-se citar: é uma energia limpa, não polui, não consome combustível, a instalação é simples e sua manutenção mínima, a vida útil dos painéis é comprovadamente de 25 anos, permite a autossuficiência energética (CUORE, 2009). Todavia existem os pontos negativos que são o alto custo inicial de aquisição e níveis baixos de rendimentos dos equipamentos.

O sistema fotovoltaico off-grid, como ilustrado na Figura 1, é formado por quatro componentes: painéis solares ou placas solares, controlador de carga, inversor e baterias, que não depende da rede elétrica convencional para ser utilizado, sendo possível sua utilização em locais de difícil acesso no qual não há rede de distribuição elétrica. Sendo aplicado na utilização de carregamento de baterias de veículos elétricos, iluminação pública é até mesmo em pequenos dispositivos portáteis Albratz (2017).

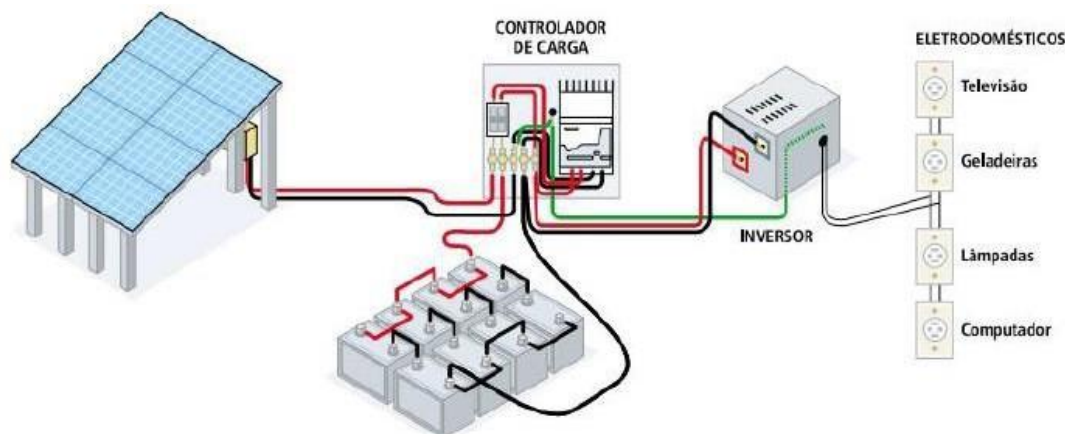


Figura 1 - Sistema fotovoltaico off-grid com armazenamento Albratz (2017).

Com isso, o objetivo geral deste trabalho é apresentar aplicações práticas do uso do sistema fotovoltaico isolado da rede. Já os objetivos específicos são: realizar práticas com placas fotovoltaicas de diferentes potências, aferir e discutir a tensão e corrente elétrica dos experimentos e divulgar o uso da energia solar.

### Metodologia

O experimento foi realizado no município de Lagarto-SE onde encontra-se localizado o Instituto Federal de Sergipe-Campus Lagarto. Devido ao seu clima caracterizado por altas temperaturas e elevadas taxas de irradiação solar adequadas para os experimentos.

A metodologia empregada compreende a coleta de dados, no qual foi exposta 3 placas fotovoltaicas com potências diferentes à irradiação solar. No qual alimenta um circuito com LED e resistor em série, cooler e bombas de transferência (bomba submersa e externa).

Para realizar os experimentos foram utilizadas três placas como pode ser visto na Figura 2.

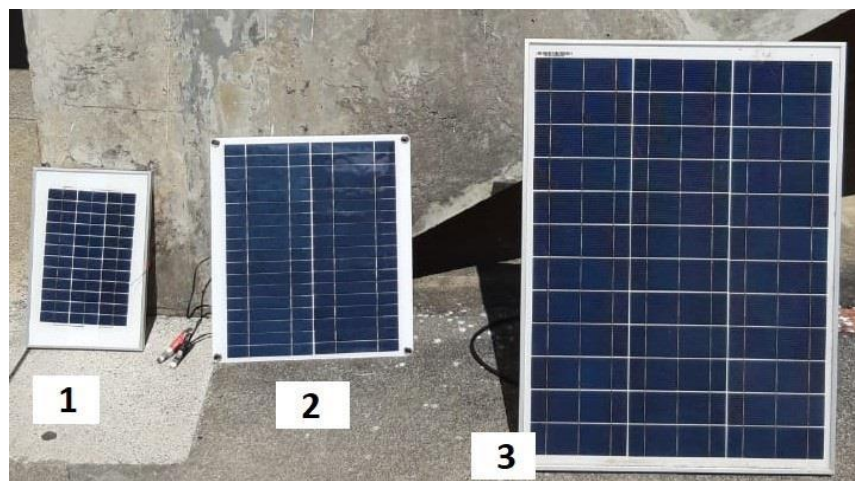


Figura 2 - Placas utilizados nos experimentos.

A Tabela 1 apresenta as especificações técnicas de cada placa, sendo verificada antes dos experimentos, a fim de não causar danos nas mesmas sendo evitado curto-circuito, e também nos aparelhos utilizado evitando uma sobrecarga na qual pode-se levar a queima dos equipamentos.

Tabela 1 -Especificações de cada painel utilizados no experimento.

<b>Painéis fotovoltaicos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Potência máxima (W)</b>	5	10	50
<b>Corrente nominal (A)</b>	0,29	0,30	2,77
<b>Tensão nominal (V)</b>	17,5	17,4	17,6
<b>Corrente curto-circuito (A)</b>	0,34	0,36	3,03
<b>Tensão curto-circuito (V)</b>	21,5	21,5	21,6

Com os dados da Tabela 1, iniciou a coletados através de medições de corrente e tensão elétrica utilizando o multímetro Hiraki modelo 2010. Os dados de tensão e corrente foram coletados no mesmo dia da medição – 17 de janeiro de 2020.

Antes da realização dos experimentos foram verificadas as especificações técnicas do LED, cooler, motor cc e bombas de transferência. Visando não sobrecarregar os módulos fotovoltaicos ou as cargas com tensão de operação maior ou menor que a carga. Como por exemplo um módulo com tensão de saída 21V e carga com tensão de operação de 12V.

Os experimentos realizados foram: acionar um LED de alto brilho utilizando três resistores diferentes e medir a corrente e tensão total fornecida pelos módulos; acionar um cooler e medir a corrente e tensão total fornecida pelos módulos; acionar um motor CC e medir a corrente e tensão total fornecida pelos módulos; transferir líquido de dois recipientes e medir a corrente e tensão total fornecida pelos módulos – utilizando duas bombas de transferência (bomba submersa e externa).

### Resultados e Discussão

Foi analisado, a partir do sistema fotovoltaico, o funcionamento de um sistema off-grid montado para a alimentação de dispositivos. As condições favoráveis para o experimento do sistema foram realizadas em região livre de sombreamento onde foi posicionado os painéis solares voltado para a direção no qual houve a maior

incidência de radiação solar. A Figura 2 apresenta a radiação solar no dia do experimento.

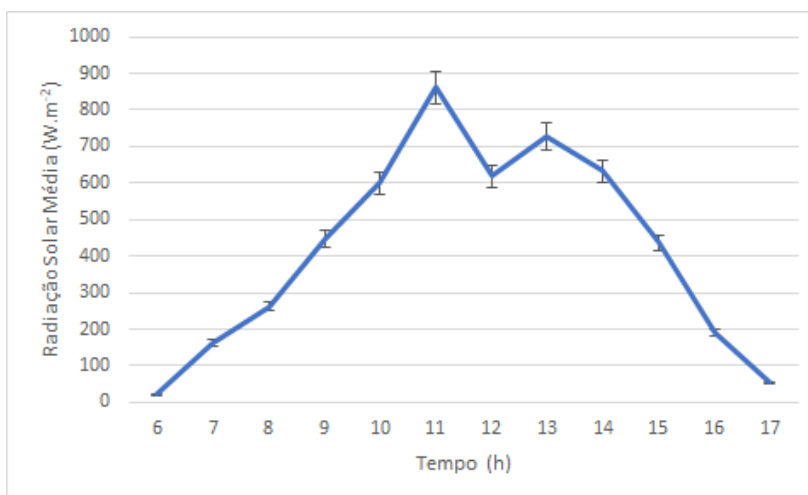


Figura 2: Radiação Solar Média em função das horas no dia dos experimentos

No primeiro experimento foi realizada a medição da resistência de cada resistor. A montagem foi um circuito em série com o LED de alto brilho e anotado e descrito na Tabela 2, percebe-se que houve pouca variação nos resultados obtidos na corrente e tensão elétrica com cada módulo utilizado, sendo mais perceptível só a tensão em cada resistor havendo uma mudança com a variação das resistências, como esperado se utilizar a lei de ohm ficaria provado que a medições feitas estão coerente com o valores teóricos.

Tabela 2-Tensão e corrente elétrica no circuito composto por resistores e um LED de alto brilho.

LED de alto brilho – Vled = 2,5V						
Módulo	Tensão (V) R = 810Ω	Corrente (mA) R = 810Ω	Tensão (V) R = 980 Ω	Corrente (mA) R = 980Ω	Tensão (V) R = 4.7 kΩ	Corrente (mA) R = 4.7 kΩ
1	19,9	21,2	19,6	17,4	19,9	3,71
2	19,8	21,2	19,6	17,3	19,6	3,71
3	20,1	21,1	19,5	17,3	19,6	3,71

No segundo experimento foi utilizado um cooler que é um sistema de arrefecimento que pode ser utilizado em vários tipos de equipamentos eletrônicos, tendo com principal funcionalidade de evitar sobrecarga de calor que estes equipamentos geram durante a sua utilização. Analisando a Tabela 3 é possível identificar que as tensões e correntes medidas, não sofreram variações, mostrando que com medições realizadas e possível obter as potências do cooler.

Tabela 3-Tensão e corrente elétrica em um cooler.

Módulo	Cooler	
	Tensão (V)	Corrente (A)
1	17,3	0,31
2	17,5	0,29
3	18,4	0,33

No terceiro experimento foram utilizadas duas bombas, sendo uma interna e outra externa no qual o principal objetivo era o transporte de fluido neste caso a água. A tensão e corrente elétrica forma coletas e demonstrado na Tabela 4, tendo como dificuldade o funcionamento das mesmas utilizando painéis fotovoltaicos 1 e 2, pois a potência deles não foi suficiente para que as bombas conseguissem entrar em operação. sendo possível também demonstrar que há uma variação da tensão e corrente também a variação da angulação do módulo em relação aos raios solares também interferindo na geração de energia, assim como temperatura e

outros fatores.

Tabela 4-Tensão e corrente elétrica obtidas em bomba interna e externa.

Módulo	Bomba Externa		Bomba Submersa	
	Tensão (V)	Corrente (A)	Tensão (V)	Corrente (A)
1	xxx	xxx	xxx	xxx
2	xxx	xxx	xxx	xxx
3	10,8	2,15	15,8	1,35

Obs : xxx mostrar que não obtivesse valores medidos .

### Conclusões

A partir dos dados apresentados no decorrer dos experimentos, percebe-se que a geração de energia a partir da irradiação solar possui um grande potencial de crescimento no Brasil. Esse potencial é ainda maior quando se trata de gerar energia para alimentar componentes sem conexão com a rede elétrica e principalmente no Nordeste que tem altos índices de radiação durante todo o ano. Sendo que o sol está acessível em todos os locais da superfície do planeta e a fonte primária de energia da geração fotovoltaica.

Para atingir os objetivos proposto nos experimentos foi necessário compreender um pouco da irradiação solar no local onde foi realizado o experimento (Lagarto/SE), compreender o funcionamento de consumo energético das cargas. Com isso, verificou-se o funcionamento de cada módulo fotovoltaico e das cargas isoladas.

Deste modo, com a fundamentação teórica adquirida foi possível analisar todo o funcionamento do sistema fotovoltaico off-grid, verificando se foi atendido os requisitos durante os experimentos. Percebeu-se que durante os experimentos, por se tratar de um projeto autônomo, constata-se que é necessário um nível de irradiação mínima durante o dia para evitar a falta de energia no sistema em qualquer período. Também foi possível verificar que com o aumento no ângulo de inclinação dos módulos fotovoltaicos ocorre um aumento na geração de energia, com isso os meses com o menor índice de irradiação solar é possível o funcionamento de todo o sistema, otimizando os números de módulos fotovoltaicos com o ajuste do ângulo de inclinação dos módulos fotovoltaicos.

É também de extrema importância verificar a qualidade e a confiabilidade na coletados dos dados, sendo que cada componente utilizado no experimento tem sua importância para o funcionamento do sistema tendo posteriormente uma análise coerente e um desempenho correto, aproveitando o máximo da energia disponível.

Além disso é preciso ter atenção, pois este trabalho utiliza apenas dados de irradiação direta para produção de eletricidade através dos painéis fotovoltaicos, podendo ser estudados outras tecnologias para a captação da energia do sol.

### Referências bibliográficas

BLUESOL ENERGIA SOLAR (São Paulo). Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica: Introdução aos sistemas solares. São Paulo: Bluesol, 2017. 114 p.

CUORE, Raul Enrique. Fontes de energia renováveis e seus principais benefícios para a humanidade. 2009. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/autores/cuore/>>. Acesso em: 09 fev. 2020.

IMHOFF, J. Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f. acesso em: 29 janeiro 2020.

PALZ, Wolfgang. Energia Solar e Fontes Alternativas. São Paulo: Hemus, 2002. SEMINÁRIO SOBRE OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O MERCADO DE ENERGIA RENOVÁVEIS, 1, 2008, São Paulo. Brasil: Vento, energia e Investimento. São Paulo. Conselho Global de Energia Eólica, 2008.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio (Rio de Janeiro). GTES, CEPEL, DTE, CRESESB (Org.). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Cepel - Cresesb, 2014. 530 p.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012. acesso em: 03 fer. 2020.

ZILLES, Roberto et al. Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede Elétrica. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 208 p. (Coleção aplicações da energia solar fotovoltaica).