

GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR *ON GRID* E *OFF GRID*

Valter A. Bortoloto¹, André Souza², Guilherme Goes³, Marcio A. Martins⁴, Murilo J. Berghe⁵
Gustavo Kimura Montanha⁶

¹Graduando em Engenharia Elétrica da Faculdade UniBR de Botucatu, vbortoloto@gmail.com

²Graduando em Engenharia Elétrica da Faculdade UniBR de Botucatu, a.juliano.souza@bol.com.br

³Graduando em Engenharia Elétrica da Faculdade UniBR de Botucatu, ggois@gmail.com

⁴Graduando em Engenharia Elétrica da Faculdade UniBR de Botucatu, marcioeumartins@bol.com.br.

⁵Graduando em Engenharia Elétrica da Faculdade UniBR de Botucatu, murilo.berghe@fiberbus.com.br.

⁶Docente da Faculdade UniBR de Botucatu, gustavo.montanha@unibrbotucatu.com.br

1 INTRODUÇÃO

Com as constantes mudanças climáticas interferindo nos ciclos e volumes das chuvas (ou em alguns países a falta dela) causando ineficiência na geração de energia elétrica por meio das hidrelétricas e com alto custo dos demais meios de geração de energia, fez-se necessário à busca por outros meios de geração.

O método de conversão da luz solar em energia elétrica foi observado pela primeira vez 1839 por um físico francês, desde então alguns países têm feito uso dessa energia seja para fins de estudo, científicos ou para próprio consumo, mas somente nos últimos anos é que o Brasil tem voltado os olhos para essa tecnologia. Considerando o grande potencial solar energético do Brasil, este vem a ser um meio bastante interessante de geração.

Uma vez gerada a energia a partir das células fotovoltaicas é preciso optar o meio através do qual ela será utilizada. O sistema fotovoltaico se divide em dois meios de geração e consumo: *on grid* e *off grid*. No método *on grid*, a energia gerada não consumida passa por um wattímetro bidirecional que lança o excedente nas linhas de transmissão provocando equivalente redução na conta de energia. Já no método *off grid* a energia é armazenada em baterias cc, convertida em ac e então consumida.

O objetivo do trabalho será nortear os interessados na produção de energia fotovoltaica, comparando-se os métodos *on grid* e *off grid*, na otimização de custos e melhor aproveitamento da tecnologia de geração fotovoltaica.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 A conversão de energia solar em energia elétrica

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 que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares (ANEEL, 2008).

O processo mais usado de aproveitamento da energia solar atualmente é o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. Além dos processos térmicos descritos, 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 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. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25% (GREEN et al., 2000). Para a geração de eletricidade em escala comercial, o principal obstáculo tem sido o custo das células solares. S

Segundo BRASIL (2000), atualmente os custos de capital variam entre 5 e 15 vezes os custos unitários de uma usina a gás natural que opera com ciclo combinado. Contudo, nos últimos anos tem-se observado redução nos custos de capital. Os valores estão situados na faixa de US\$ 200 a US\$ 300 por megaWatt-hora e entre US\$ 3 e US\$ 7 mil por quiloWatt instalado.

2.2 Sistemas fotovoltaicos conectados a rede – *on grid*

O sistema fotovoltaico conectado à rede também é conhecido como *on grid* ou *grid tie*. Esse sistema, nada mais é do que um gerador de eletricidade que utiliza como

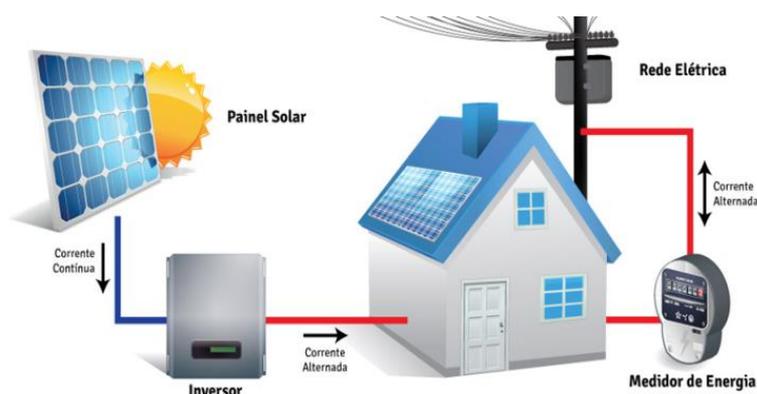
fonte de energia a energia proveniente do sol. O sistema *on grid* dispensam o uso de baterias, pois toda potência gerada pelo sistema fotovoltaico é consumida pelas cargas ou são injetadas diretamente na rede elétrica.

O sistema é composto de um painel com módulos fotovoltaicos que possuem a função de converter a energia solar em energia elétrica em corrente contínua e também possui os inversores, que convertem essa corrente contínua em corrente alternada, com frequência e tensão compatível com os valores da rede elétrica. Segundo Rüther (2004), basicamente os sistemas *on grid* podem se dividir em dois tipos:

De forma centralizada, como se fosse uma usina convencional e longe dos consumidores (grandes centrais fotovoltaicas) e de forma integrada a edificação, próxima ao consumidor e descentralizada (pequeno porte).

O sistema *on grid* (Figura 1) envia energia para a rede quando a geração é maior que o consumo, e retira dela quando o consumo é maior que a geração. Portanto, a rede funciona como um grande banco de baterias, ora armazenando o excedente da energia, ora suprindo em horários de maior demanda. Com isso, o usuário paga só para a concessionária quando consome mais que gera, e caso produza mais do que consome, ele recebe créditos de acordo com a resolução normativa da ANEEL (482/2012).

Figura 1. Sistema *on grid*



2.3 Sistemas fotovoltaicos autônomos – *off grid*

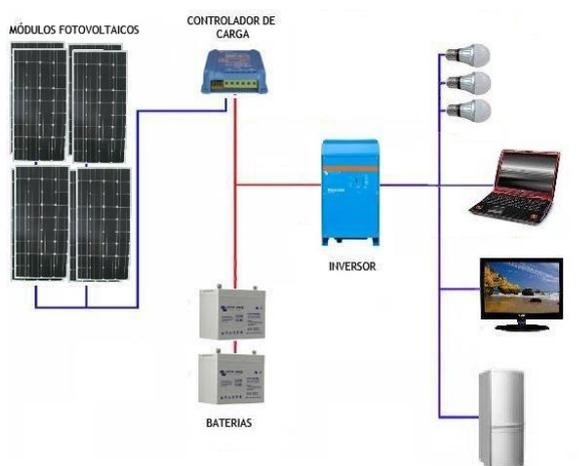
Um sistema *off grid* depende unicamente da radiação solar para gerar energia elétrica através dos painéis fotovoltaicos. Esse tipo de sistema, geralmente, possui um sistema de armazenamento de energia constituído por um banco de baterias e necessita, dependendo da aplicação, de controladores de carga e inversores CC/CA.

O sistema *off grid* para geração de energia é caracterizado por não se conectar a rede elétrica. Assim, ele abastece diretamente os aparelhos que utilizarão a energia, e são, geralmente, construídos com um propósito local e específico.

Esse sistema é muito utilizado em áreas rurais, fazendas e regiões pobres que não chega rede elétrica. O sistema *off grid* está chegando às residências e ganhando espaço em cidades grandes, como em casas de condomínios que desejam alimentar um consumo específico.

Utilizado para propósitos específicos e locais, como bombeamento de água, eletrificação de cercas e postes de luz, os sistemas de pequeno porte possuem capacidade energética que varia entre $1,5 \text{ kW.p}^{-1}$ e 20 kW.p^{-1} e os grandes, de 20 kW.p^{-1} a 1 MW.p^{-1} .

Figura 2. Esquema sistema *off grid*



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para escolha de qual sistema, *on grid* ou *off grid*, a instalar em residência ou empresa, deve-se avaliar alguns pontos importantes que poderão direcionar a uma melhor tomada de decisão. Pontos importantes como a existência de rede no local de instalação do sistema solar para um sistema *off grid* não é uma boa opção, nesse caso, a utilização de um sistema *on grid* é a melhor escolha.

Necessitando de cargas muito potentes, como é o caso dos motores, como bomba d'água e máquinas agrícolas, demandam um sistema *off grid* também muito potente. O grande problema é que esse tipo de sistema, com uma potência alta, costuma

ser muito caro do ponto de vista financeiro. O Quadro 1 descreve algumas das vantagens e desvantagens do sistema *on grid*.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens do sistema *on grid*

Vantagens	Desvantagens
Dispensa a utilização de baterias e controladores de cargas	Necessita do acesso à rede de distribuição
Possibilita ao consumidor adquirir créditos de energia	Não existe sistema de armazenamento de energia;
Créditos podem ser utilizados em outras unidades consumidoras do mesmo proprietário	Necessidade de pagar conta de luz quando a demanda for maior que a produção e não houver créditos disponíveis

Um sistema *off grid*, não tem o mesmo retorno de investimento que um sistema *on grid*. Um sistema *off grid* pode até mesmo não obter o retorno de investimento, se comparado com o custo da energia na rede pública. É muito importante ter em mente que não se deve instalar um banco de baterias em qualquer lugar. O local onde as baterias, típicas de um sistema *off grid*, deve ser abrigado e (de preferência) longe do alcance de qualquer pessoa desavisada, em especial crianças. O Quadro 2 descreve algumas das vantagens e desvantagens do sistema *off grid*.

Quadro 2. Vantagens e desvantagens do sistema *off grid*

Vantagens	Desvantagens
Pode ser utilizado em regiões remotas por ser independente da rede de distribuição de energia	Necessidade da utilização de baterias e controladores de cargas
Não há necessidade de pagar conta de luz	Custos mais elevado
Possui sistema de armazenamento de energia	O sistema de forma geral apresenta-se menos eficiente

O local de instalação tem que ter um espaço para a instalação de um banco de baterias (um cômodo separado, que possa ser fechado para acesso somente de pessoas

capacitadas). Um sistema *off grid* não é ambientalmente sustentável, pois as baterias se degradam em pouco tempo e são feitas de materiais que poluem muito, como o chumbo e o lítio.

Observa-se que vários aspectos devem ser observados e analisados antes da escolha de um sistema *on grid* ou *off grid*. É importante que a pessoa ou a empresa tenha conhecimento de todas as variáveis inerentes ao processo de instalação para que se possa ter a melhor tomada de decisão visando melhor eficiência operacional do sistema e o melhor custo benefício sob o investimento.

4 REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. 236p

ANEEL **Resolução Nº482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mineração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. ANEEL, 2012b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Conselho Nacional de Política Energética. **O setor elétrico brasileiro: situação atual e perspectivas**. Brasília: MME, 2000

GREEN, M. A. et al. Solar cell efficiency tables: version 16. **Progress in Photovoltaics: Research and Applications**, Sydney, v. 8, p. 377-384, 2000.

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.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: UFSC / LABSOLAR, 2004.