

Energia Fotovoltaica e a Importância dos Módulos Fotovoltaicos

Photovoltaic Energy and the Importance of Photovoltaic Modules

Everton Carlos Soares^a; Paula Paganini^{a*}

^aFaculdade Pitágoras, Unidade Contagem. MG, Brasil

*E-mail: paula.paganini@kroton.com.br

Resumo

A necessidade da descoberta, da melhoria e da implantação de novos métodos de obtenção de energia é uma realidade do planeta e vem sendo sanada e aprofundada através de contínuas pesquisas por profissionais dos campos energéticos, as pesquisas se intensificam com o intuito na busca de métodos sustentáveis e não poluentes que agridam cada vez menos o planeta. A geração de energia fotovoltaica vem se consolidando satisfatoriamente em vista dos demais meios de obtenção de energia, devido depender primordialmente na energia solar, item abundante e inesgotável no planeta. Devido ao clima em que está inserido o Brasil é um país com grande perspectiva de crescimento dos meios fotovoltaicos, depende de incentivos no que tange aos equipamentos, tais como, módulos e placas necessários na implementação, para isso é necessário um maior conhecimento quanto a viabilidade, quanto aos componentes envolvidos na instalação e aos métodos de implementação adequados a cada situação, porém de maneira geral foi observado que no Brasil a longo prazo os meios fotovoltaicos são indicados e apresentam resultados satisfatórios tanto em aspectos econômicos quanto em meios sustentáveis.

Palavras-chave: Energéticos. Fotovoltaica. Módulos. Pesquisas. Sustentáveis.

Abstract

The need for the discovery, improvement and implementation of new methods of obtaining energy is a reality of the planet and has been healed and deepened through continuous research by professionals in the energy fields, the researchers are intensifies with the intention of searching for sustainable and non-polluting methods that attack less and less the planet. The generation of photovoltaic energy has been consolidating satisfactorily in view of the other ways of obtaining energy due to depend primarily on solar energy, an abundant and inexhaustible item on the planet. Due to the climate in which Brazil is inserted is a country with great perspective of growth of the photovoltaic means, depends on incentives in terms of equipment, such as modules and boards required in the implementation for this, a greater knowledge about the feasibility, the components involved in the installation and the implementation methods appropriate to each situation is necessary, but in general it was observed that in Brazil in the long term the photovoltaic media are indicated and present satisfactory results both in economic aspects and in sustainable means.

Keywords: Energy. Photovoltaic. Modules. Researches. Sustainable.

1 Introdução

A necessidade da descoberta, da melhoria e da implantação de novos métodos de obtenção de energia é uma realidade do planeta e vem sendo sanada e aprofundada através de contínuas pesquisas por profissionais dos campos energéticos, as pesquisas se intensificam com o intuito de buscar métodos sustentáveis e não poluentes que agridam cada vez menos o planeta. A geração de energia fotovoltaica vem se consolidando satisfatoriamente em vista dos demais meios de obtenção de energia, devido depender primordialmente da energia solar, item abundante e inesgotável no planeta.

Apesar da energia de fontes hídricas ser renovável, não possui índices constantes e permanentes de geração, devido dependerem da vazão dos rios que varia muito de acordo com os períodos do ano, devido esse cenário surge uma nova alternativa totalmente sustentável e inovadora na geração de energia que é a energia fotovoltaica.

No cenário energético, quais as vantagens e benefícios

que os módulos fotovoltaicos podem proporcionar numa instalação fotovoltaica?

O objetivo geral deste trabalho consistiu em verificar o nível de eficiência e sustentabilidade dos meios de geração de energia a partir dos módulos fotovoltaicos, como parte de um sistema de geração de energia. Para tanto buscou-se descrever a sistemática e o conceito de funcionamento da energia fotovoltaica, conhecer os principais componentes e o método de trabalho dos módulos fotovoltaicos e demonstrar a os benefícios obtidos por meio do sistema fotovoltaico em sistemas ON GRID e OFF GRID;

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

O estudo abordou como metodologia principal as revisões bibliográficas. A partir das pesquisas foram inseridos trechos e citações após análise crítica e profunda sobre o referido tema, tendo como base de consulta em artigos, livros,

manuais e teses, contemplando publicações dos últimos 20 anos. As palavras-chave utilizadas para busca foram: energia fotovoltaica, módulos fotovoltaicos, geração de energia e energia elétrica.

2.2 Energia Fotovoltaica

Segundo relata a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi) o efeito e/ou método fotovoltaico foi descoberto no ano de 1839 por um físico de origem francesa chamado Edmund Becquerel, logo após ele fazer a observação de que após exposição ao sol, certos tipos de materiais, produziam corrente elétrica, cujo valor dependia diretamente da intensidade de luz que incidia sobre esses materiais. Porém somente no ano de 1954, foi feita a primeira célula fotovoltaica com eficiência de conversão aceitável aos padrões. Nas décadas de 50 a 70 intensificaram-se pesquisas nessa área, com intuito de aplicação em meios aeroespaciais, onde era visto como método mais adequado em massa e custo para fornecimento de energia durante períodos longos de permanência no espaço (ONUDI, 2014).

De acordo com Benedito (2009), devido à crise do petróleo de 1970, houve-se grande motivação na diversificação de fontes energéticas e, fomentaram-se desenvolvimentos e pesquisas na área fotovoltaica. No Brasil, nas matrizes energéticas, a representatividade das energias por fontes fotovoltaicas é quase nula, apenas 11007 KW provém de tal fonte energética, considerando-se a produção energética brasileira em 137.536.836 KW (BENEDITO, 2009).

A partir dessa evolução e frente as demandas do Brasil os meios de energia fotovoltaica surgiram com o principal intuito de incrementar a capacidade necessária de energia para atender inesperadas demandas.

2.3 As Fontes de Energia Renováveis

O combate e os estudos referentes às mudanças climáticas são prioridade no mundo, levando-se em consideração os potenciais desastres ecológicos e ambientais que elas trazem e, desse modo, um risco eminente à população do mundo inteiro. Devido esse motivo, esse combate não deve ficar apenas sob domínio dos representantes e dirigentes dos países, mas sim de cada habitante que utiliza dos meios energéticos, portanto deve-se sempre escolher aquelas soluções e produtos que causam menos danos e impactos ambientais (FREITAS, 2008).

Com temas referentes à eficiência sustentável cada vez mais em alta no cenário mundial, é necessária a busca de melhorias nos equipamentos utilizados de maneira geral e quando se trata de sistemas energéticos não é diferente. Este segmento que no princípio do Século XX não era valorizado, cada vez mais se torna evidente. Além disso, têm sido realizados muitos estudos nesse cenário e conseqüentemente cria-se ferramentas e sistemáticas para melhor dimensionamento energético, no que se refere a energias renováveis.

Conforme Freitas (2008) energias renováveis são consideradas fontes energéticas ilimitadas, ou seja, encontra-se em renovação constante. Desta maneira, podem ter utilização na produção de eletricidade em formas sustentáveis, não poluindo o planeta Terra. Até o final do século XX, a maneira mais usada pelo ser humano na obtenção da energia elétrica era pelo método de queima dos combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo, o gás (natural) e também através de energia nuclear. Estes dois métodos de obtenção de energia elétrica são consideradas como energias por meios não renováveis, devido serem recursos com obtenção ilimitada além de serem métodos altamente poluentes, mesmo possuindo rendimentos elevados. A energia nuclear é altamente nociva, pois, liberta resíduos radioativos, que são altamente perigosos para a vida e bem-estar em geral dos seres humanos.

Assim, os meios de energia que os seres humanos consideram renováveis são aquelas energias provindas do Sol (solar), água (ondas, mares e energia hídrica), dos ventos (energia eólica), dos centros da Terra (energia geotérmica) e a por fim a biomassa. Energias renováveis são consideradas um bem que é necessário ao planeta, dentre todas elas destacam-se as energias fotovoltaicas.

2.4 Aplicações e Benefícios da Energia Fotovoltaica

De acordo com Furlan (2008) o desenvolvimento do sistema energético fotovoltaico iniciou-se a partir do intuito de realizar a alimentação de unidades autônomas para aplicações espaciais, em particular, alimentar os satélites artificiais do planeta Terra. Sistemas fotovoltaicos são aplicados e utilizados preferencialmente nos locais isolados, onde outros métodos de produção habituais são extremamente caros e onde há exigência de sistemas limpos e silenciosos.

A temperatura e os níveis de intensidade da radiação solar são os principais fatores quando se leva em consideração a utilização de células solares na geração de energia elétrica. Para realização do dimensionamento dos sistemas envolvendo meios energéticos elétricos fornecidos por painéis fotovoltaicos, primeiramente deve-se ter conhecimento sobre a incidência de radiação solar nos locais correspondentes, assim como informações das particularidades dos consumos energéticos a serem atendidos. Os dimensionamentos consistem nos balanços entre os meios de energia disponíveis e a quantidade consumida, levando em consideração o desempenho dos diferentes componentes relacionados nessa transformação (FURLAN, 2008).

Com os crescentes custos das tarifas energéticas e a constante queda nos custos de instalação da energia fotovoltaica no Brasil, os investimentos na aquisição de sistemas residenciais, por exemplo, se paga num período médio de 4 a 6 anos, e proporciona ao proprietário economia numa média de 25 anos, podendo se estender a períodos maiores, de acordo com a qualidade dos equipamentos utilizados e dependendo ainda das medidas preventivas na

instalação dos sistemas de energia por métodos solares.

Outra vantagem econômica para o proprietário do sistema fotovoltaico residencial, ou comercial, é a grande valorização do imóvel que possui os sistemas fotovoltaicos instalados. O sistema estando instalado e funcionando representará um valor adicional ao imóvel, materializado no fato de que o morador, mesmo sendo locatário, poderá fazer usufruto dos benefícios econômicos gerados pelo sistema (OLIVEIRA SOBRINHO, 2017).

2.5 Principais Métodos de Funcionamento Fotovoltaico

Existem alguns tipos de sistemas fotovoltaicos, porém os principais e mais difundidos no mercado são os meios isolados e os meios fotovoltaicos conectados à rede.

Segundo Seguel (2009) nos sistemas isolados, nos quais a inexistência de rede elétrica exige a presença de um meio armazenador de energia, no caso exemplificado uma bateria química, para que sejam supridas as necessidades de carga durante o período em que a quantidade de iluminação solar não seja suficiente para que painéis gerem energia. Este intervalo será nomeado período noturno, independente, se na prática, ainda seja dia.

Esse meio de sistema é utilizado principalmente nos locais remotos onde há baixa consistência de carga, ou as transmissões energéticas têm acesso impossibilitado por meios físicos, ou ainda por exigirem gastos de instalação que superam os gastos de manutenção e instalação de sistemas usuais solares fotovoltaicos (SEGUEL, 2009).

Outro meio de realização de geração fotovoltaica é por método dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados às Redes (SFCR). Esses sistemas são comumente utilizados nas regiões urbanas e eles têm como objetivo atender parcialmente ou totalmente grupos de cargas.

Segundo Urbanetz (2013) os sistemas de energia fotovoltaica ligados em rede possuem duas divisões: grandes centrais fotovoltaicas, que são propriedades particulares das distribuidoras de energia e atuam como suporte ao sistema distributivo para o crescimento da estabilidade dos sistemas, e é uma alternativa de geração voltada a combustíveis nucleares e fósseis; a outra divisão são as pequenas redes (unidades) de geração energética, instaladas diretamente nos consumidores finais, conhecidas como EFCR ou Edificações Fotovoltaicas Conectadas à Rede.

O último método possui capacidade de geração energética proporcional ao consumo usual do proprietário, o objetivo principal é a redução da dependência da energia entregue pela concessionária. Vale lembrar que os excedentes gerados são vendidos para a rede, e cobrado um valor pré-definido em contratos padronizados de acordo com cada distribuidora. Em outras situações o excedente é utilizado em crédito para compensação da energia que ainda será consumida pelo usuário (URBANETZ, 2013).

2.6 Componentes dos Sistemas Fotovoltaicos

2.6.1 Semi-condutores

Conforme relata Santos (2013), nos meios de fabricação das células fotovoltaicas utiliza-se materiais semi-condutores, com características intermediárias entre materiais isolantes e condutores, para que conduza a eletricidade. Existe 3 tipos diferentes de bandas nos materiais, que são: banda de condução, banda de valência e banda proibida. De acordo com o aumento da temperatura, uma parte dos elétrons ganha energia em quantidade suficiente para que se supere a banda proibida, migrando da banda de valência para a banda de condução.

Segundo Pinho (2014), a maioria das células fotovoltaicas são fabricadas com Silício, devido sua grande disponibilidade na natureza e devido apresentar um rendimento superior em comparação aos demais materiais semi-condutores. Porém Chan (2012) relata que o cristal de silício em sua condição pura fica isento de elétrons livres, pois, cada átomo possui 4 elétrons que interligam a outro átomo formando uma rede cristalina, que possui 8 elétrons nas camadas de valência, o que torna essa estrutura uma má condutora. Utiliza-se então a técnica de dopagem, onde são inseridos mais elementos com o intuito de que haja o aumento da condutividade do material.

2.6.2 Tipos de células fotovoltaicas

Segundo relatos de Ruther (2004) as células de Silício possuem sua classificação em acordo com suas estruturas moleculares, podendo ser amorfas, monocristalinas ou até mesmo policristalinas. As células monocristalinas mesmo tendo custo elevado são as mais utilizadas comercialmente, representam índices de 80% do total.

De acordo com Vera (2004) as células policristalinas possuem descontinuidades em sua estrutura, obtendo menores índices de desempenho, em contrapartida possui preços mais acessíveis, as células amorfas se enquadram na categoria dos filmes finos, possui eficiência de conversão baixa se comparada com as demais células.

2.6.3 Módulos fotovoltaicos

Conforme Galdino (2005) os módulos fotovoltaicos são formados pela junção de diversas células fotovoltaicas (normalmente 33 ou 36), e nesse conjunto são reunidos elementos em série e/ou em paralelo de maneira que seja obtida a corrente e tensão pretendida para o sistema.

Segundo Seguel (2009) a identificação de um módulo é efetuada através da sua potência de pico (W_p), porém um conjunto de características devem ser observadas de acordo com as aplicações específicas. A potência de pico de um módulo tem sua medição realizada nas condições padrões de ensaio com irradiância solar em 1000 w/cm^2 em dia claros recebidos ao meio do dia e com temperatura da célula em 25° , porém além dessa potência de pico, existem alguns outros parâmetros elétricos que devem ser considerados para que se

seleccione o tipo de módulo adequado para cada sistema.

Conforme Freitas (2008) os parâmetros principais são os descritos a seguir:

- ✓ Tensão de circuito aberto (Voc): É a tensão máxima produzida por uma célula fotovoltaica. Medida diretamente com voltímetro;
- ✓ Ponto máximo de potência (Pmp): Em cada ponto da curva I-V o produto tensão-corrente descreve a potência gerada na condição de operação;
- ✓ Tensão de potência máxima (Vmp): Tensão gerada no ponto máximo de potência;
- ✓ Corrente de máxima potência (Imp): Corrente gerada no ponto de potência máxima.

2.6.4 Os benefícios dos métodos fotovoltaicos

Sabe-se que o combate e os estudos referentes às mudanças climáticas são uma prioridade no mundo, levando-se em consideração os potenciais desastres ecológicos e ambientais que elas trazem e, desse modo, um risco eminente à população do mundo inteiro. Devido esse motivo, esse combate não deve ficar apenas na mão dos representantes e dirigentes dos países, mas sim de cada habitante que utiliza dos meios energéticos, portanto deve-se sempre escolher aquelas soluções e produtos que causam menos danos e impactos ambientais.

De acordo com Pinho (2014) através de temas referentes a eficiência sustentável cada vez mais em alta no cenário mundial, é necessário a busca de melhorias nos equipamentos utilizados de maneira geral e quando se trata de sistemas energéticos não é diferente. Este segmento que no princípio do Século XX não era valorizado, cada vez mais se torna evidente, devido a alta capacidade que apresenta e aos incentivos constantes que são atribuídos para divulgação, ampliação e difusão desses meios. Além disso, têm sido realizados muitos estudos nesse cenário e conseqüentemente têm sido criadas muitas ferramentas e sistemáticas para um melhor dimensionamento energético em viés mundiais, no que se refere a energias renováveis e limpas.

Conforme Onudi (2014) os principais benefícios que o sistema traz e o diferencia dos demais são:

- ✓ Alta fiabilidade, não possui peças móveis, o que é torna o sistema útil nas aplicações em pontos isolados;
- ✓ Os fáceis métodos de manuseio dos módulos fotovoltaicos permitem montagens simples, dinâmicas e adaptáveis;
- ✓ Os custos de operação são reduzidos, não necessitando de manutentabilidade, combustível e/ou transporte;
- ✓ As tecnologias fotovoltaicas apresentam qualidades sustentáveis e ecológicas, pois após a instalação o produto final não apresenta poluentes, é silencioso e não causa perturbações ao ambiente;
- ✓ Gera energia mesmo em dias que existe pouca incidência solar;
- ✓ Permite o aumento de potência através da instalação de componentes adicionais.

Os sistemas fotovoltaicos são altamente resistentes quanto às condições climáticas, nesses diversos aspectos ficam evidentes os benefícios que esse meio proporciona ao planeta de um modo geral.

Os cientistas e especialistas no campo de estudos energéticos prevêm que o sol continuará com seu intenso brilho por outros 5 bilhões de anos. Portanto, os sistemas

fotovoltaicos irão continuar sendo uma fonte de energia inesgotável. Além disso, com as tecnologias de baterias para uso caseiro se consolidando mais a cada ano, os consumidores poderão em um breve espaço de tempo obter mais segurança e confiabilidade com seus sistemas, independente das quedas na rede elétrica que venham ocorrer.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Off-Grid	Pode ser utilizado em regiões remotas, por ser independente da rede de distribuição de energia	Necessita da utilização de baterias e controladores de carga
	Não há necessidade de pagar conta de luz	Custo mais elevado
	Possui sistema de armazenamento de energia	Menos eficiente
On-Grid	Dispensa a utilização de baterias e controladores de carga	Necessita de acesso à rede de distribuição
	Possibilita ao consumidor adquirir créditos de energia	Não há sistema de armazenamento de energia
	Créditos podem ser usados em outras unidades consumidoras do mesmo proprietário Mais eficiente	Necessidade de pagar conta de luz quando a demanda for maior que a produção e houve créditos disponíveis

Fonte: Os autores

3 Conclusão

Este estudo teve como intuito estudar e analisar a viabilidade de implantação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Para isso foi necessário entender os princípios fundamentais de funcionamento das redes fotovoltaicas e fazer o levantamento estratégico dos tipos de células existentes para todas essas aplicações.

Após o levantamento de todas as informações básicas de funcionamento, foram estudados os principais componentes que são necessários para a implementação dos sistemas fotovoltaicos inclusive em situações básicas de uso residenciais, bem como as características de todos os componentes envolvidos nos projetos de geração de energia por meios fotovoltaicos.

De acordo com os benefícios que foram apresentados em comparação com os demais métodos de obtenção de energia elétrica, obteve-se resultado satisfatório à longo prazo, pois, com o passar dos anos os valores investidos na implementação de um sistema fotovoltaico podem ser facilmente recuperados, tendo em vista que devido a popularização desse método estar acontecendo de maneira significativa, os componentes estão apresentando redução nos valores de aquisição. Para experiências futuras serão estudados casos e viabilidade de implantação em meios industriais, tendo em vista que nesse cenário os custos com energia representam grandes cifras aos seus envolvidos.

Referências

- BENEDITO, R.S. *Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.
- CHAN, L.M. Modelo SM50, 2012. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/edu/Sensores/2000/luischan/>>. Acesso em: 2 maio 2019.
- FREITAS, S.A. *Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2008.
- FURLAN, A.L. *Análise comparativa de sistemas de armazenamento de energia elétrica fotovoltaico por meio de baterias e hidrogênio*. Campinas: Unicamp, 2008.
- GALDINO, M. A. *Um ano e meio de operação do sistema fotovoltaico conectado à rede do CEPEL*. Rio de Janeiro: Cresesb, 2005.
- OLIVEIRA SOBRINHO, L.C. *Desenvolvimento e pesquisas na terceira geração de células fotovoltaicas*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2017.
- ONUDI – Relatório da ONU para o Desenvolvimento Industrial. Produção Industrial Mundial. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/com-crescimento-de-16-producao-industrial-no-brasil-se-mantem-moderada-em-2014-diz-onu/>>. Acesso em: 4 abr. 2019.
- PINHO, J. T. *Sistemas híbridos: soluções energéticas para a Amazônia*. Brasília: MME, 2014.
- RUTHER, R. *Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil*. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.
- SANTOS, V.G. *Materiais semicondutores*. Disponível em: <http://http://eletronicaemcasa.blogspot.com.br/2013/02/materiais-semicondutores.html>. Acesso em: 4 abr. 2019.
- SEGUEL, J.I.L. *Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando a técnica MPPT e controle digital*. Belo Horizonte: UFMG, 2009.
- URBANETZ, J. *Energia solar fotovoltaica: fundamentos e dimensionamento de sistemas*. Curitiba: UTFPR, 2013.
- VERA, L.H. *Programa para dimensionamento e simulação de sistemas fotovoltaicos autônomos*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.