

ANÁLISE DE CUSTOS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID E OFF-GRID NO BRASIL

Ana Cláudia Marassá Roza Boso¹

Camila Pires Cremasco Gabriel²

Luís Roberto Almeida Gabriel Filho³

RESUMO

O Brasil possui inúmeras fontes de alternativa para auxiliar a produção de energia elétrica do país. Uma delas é o sistema fotovoltaico, transforma a radiação solar por células fotovoltaicas em forma de energia elétrica. Ao instalar um sistema fotovoltaico em estabelecimentos domiciliares, este permite aos moradores dessas residências a realizar tarefas simples do cotidiano, principalmente as residências situadas em locais de difícil acesso. No Brasil esse sistema cresce gradativamente, o que proporciona um aumento pela demanda e a redução nos custos de aquisição e de instalação do mesmo. Por meio de artigos e orçamentos de empresas especializadas, o presente trabalho se concentrou em analisar custos de aquisição e instalação do sistema fotovoltaico em território brasileiro. Os orçamentos analisados referem-se aos custos de instalação de sistemas off-grid e on-grid. Ambos proporcionam a produção de aproximadamente 300 kWh de energia elétrica, o suficiente para suprir as necessidades de uma residência composta de quatro a cinco pessoas. Esses valores demonstram a importância do sistema fotovoltaico na atual situação hídrica do país e as vantagens e desvantagens de se adquirir o mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Análise. Custo de Instalação. Sistema Fotovoltaico.

COST ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS ON-GRID AND OFF-GRID IN BRAZIL

ABSTRACT

Brazil has numerous alternative sources to assist the electricity production in the country. One is the photovoltaic system turns solar radiation by photovoltaic cells in the form of electricity. When installing a photovoltaic system on household facilities, this enables residents of these homes to perform simple daily tasks, especially those located in residential areas of difficult access. In Brazil, this system grows gradually, which provides an increased demand and

¹ Faculdades Adamantinenses Integradas, FAI, Adamantina /SP. claudia_boso@hotmail.com.

² Departamento de Engenharia de Biossistemas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Tupã/SP – Brasil. camila@tupa.unesp.br

³ Departamento de Engenharia de Biossistemas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Tupã/SP – Brasil. gabrielfilho@tupa.unesp.br.

reduced cost of purchasing and installing the same. Through articles and specialized companies budgets, this work focused on analyzing acquisition and installation costs of the photovoltaic system in Brazil. Budgets analyzed refer to off-grid systems installation costs and on-grid. Both provide the production of approximately 300 kWh of electricity, enough to supply the needs of a residence composed of four to five people. These intervals demonstrate the importance of the photovoltaic system on the current water situation in the country and the advantages and disadvantages of acquiring the same.

KEYWORDS: *Analysis. Installation Cost. Photovoltaic System.*

EL ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS SISTEMAS FOTVOLTAICOS EN LA RED Y FUERA DE LA RED EN BRASIL

RESUMEN

Brasil cuenta con numerosas fuentes alternativas para ayudar a la producción de electricidad en el país. Uno es el sistema fotovoltaico convierte la radiación solar por las células fotovoltaicas en forma de electricidad. Al instalar un sistema fotovoltaico en instalaciones del hogar, esto permite a los residentes de estos hogares para llevar a cabo las tareas diarias simples, especialmente los ubicados en zonas residenciales de difícil acceso. En Brasil, este sistema crece gradualmente, lo que proporciona un aumento de la demanda y la reducción de costo de la compra y la instalación de la misma. A través de artículos y empresas especializadas presupuestos, este trabajo se centró en el análisis de los costos de adquisición e instalación del sistema fotovoltaico en Brasil. Presupuestos analizados se refieren a los costes de instalación de sistemas fuera de la red y en la red. Ambos proporcionan la producción de aproximadamente 300 kWh de electricidad, suficiente para abastecer las necesidades de una residencia que se compone de cuatro o cinco personas. Estos intervalos demuestran la importancia de la instalación fotovoltaica sobre la situación actual del agua en el país y las ventajas y desventajas de la adquisición de la misma

PALABRAS CLAVE: *Análisis. El Costo de Instalación. Sistema fotovoltaico.*

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em diversidade biológica e cultural, e possuidor de uma extensão territorial muito ampla, a reflexão sobre a preservação de seus recursos naturais torna-se muito importante, principalmente no contexto atual, em que o mundo assiste o escassamente de fontes que antes pareciam eternas e cuja ausência já assombra o futuro das gerações que virão.

De acordo com à crise hídrica diante da qual o país se encontra atualmente, crise esta que se apresenta como um dos grandes desafios sociais

e econômicos, uma vez que afeta diretamente a vida dos brasileiros, PACHECO (2006), defende que há uma grande necessidade de se utilizar outras fontes naturais para geração de eletricidade, como a eólica, a radiação solar, os combustíveis fósseis e a biomassa.

Através da radiação solar emitida em determinados materiais, em particular os semicondutores, ocorre a transformação dos efeitos dessa radiação em energia elétrica. Esta fonte de energia, dentre os recursos renováveis, é a que mais se tornaria viável para o contexto brasileiro. Pois como disserta Galdino (2012), o governo brasileiro optou em utilizar energia solar para amenizar as condições hidrológicas do país e contribuir no atendimento ao consumidor, devido a sua localização que se concentra em uma faixa de latitude que incide a radiação solar bem superior ao esperado (SHAYANI. R. A.; OLIVEIRA. M. A. G.; CAMARGO. I. M., 2006).

Prova disso, é que dependendo da região analisada a média do índice de radiação solar é mais de 5KWH/m² por dia, o que nos permite utiliza-la para o bombeamento de água em poços artesanais, para produção de energia elétrica e para o aquecimento da água. O aquecimento da água é realizado pela diferença de potencial gerada pela conexão dos metais e a produção de energia elétrica é gerada pela conversão dos fótons de luz em energia elétrica, pelo uso de células solares (FILHO. D. O; HERMSDORFF. W., 2015).

Em locais de difícil acesso, os sistemas fotovoltaicos representam uma solução para atender pequenas demandas de energia. Em regiões do Brasil, como o interior do norte e nordeste, esse sistema tem sido introduzido para auxiliar o fornecimento de energia elétrica para escolas rurais, postos de saúde, sistemas de telecomunicação entre outras necessidades que dependem desse recurso (KOLLING. E. M. et. al., 2004).

O crescimento da utilização desse sistema em nosso país é um dos fatores que justificam a necessidade de se realizarem pesquisas mais aprofundas que se relacionem com os custos de matérias, serviços,

ferramentas e a qualidade dos materiais utilizados para todo este processo de geração de energia.

Dessa forma, proposta básica deste trabalho é compreender de que maneira o sistema fotovoltaico poderia ser utilizado como alternativa de energia elétrica para populações de regiões de difícil acesso, buscando estabelecer de maneira mais concreta quais seriam as vantagens e/ou desvantagens que tornam esta fonte de energia como uma possibilidade viável para uma melhor inserção da mesma como recurso econômico e social, ou seja, delimitar com mais clareza por quais vertentes seu uso se torna solução e para isso analisar os custos de instalação e manutenção do mesmo de acordo com a quantidade de kWh gerada pela potência das placas fotovoltaica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema fotovoltaico permite a possibilidade de instalá-lo de forma autônoma ou conectado à rede de distribuição convencional. Porém é necessária a realização de estudos relacionados aos benefícios gerados em suas diversas de aplicação.

Neste sentido, o presente trabalho pretende analisar relatórios de algumas empresas especializadas em sistemas fotovoltaicos e artigos sobre o tema, para comparar e verificar os custos de instalação do mesmo de acordo com a potência das placas fotovoltaicas e com o tipo de sistema instalado, seja Off-grid ou On-grid, em estabelecimentos domiciliares

RESULTADOS

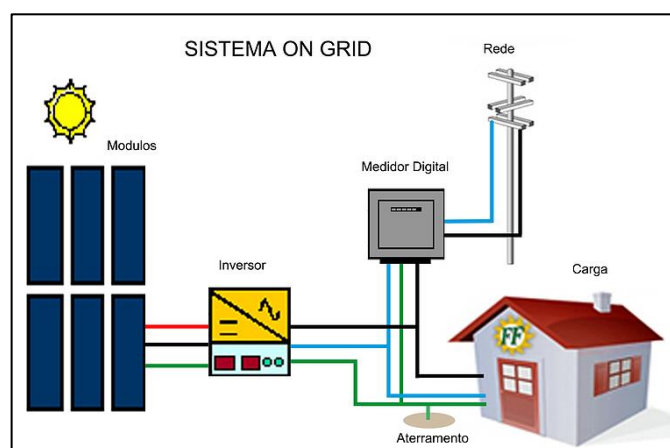
Um sistema fotovoltaico é composto por quatro componentes: os painéis solares, os controladores de carga, os inversores e as baterias. Cada um exerce uma função de acordo com o tipo de instalação do sistema.

Os painéis tem a função de coletar e transformar a energia da radiação solar em energia elétrica junto com os semicondutores e as células fotovoltaicas. Essa energia é gerada em corrente contínua e convertida pelos inversores em corrente alternada. A energia gerada é armazenada pelas baterias e utilizadas em dias nublados ou de menor radiação. Cabe aos controladores de carga evitar a sobrecarga e a descarga excessiva das baterias e prolongar a vida útil do sistema.

O presente estudo analisou o orçamento de duas empresas sobre a instalação de um sistema autônomo (off-grid) e três orçamentos de um sistema conectado a rede de transmissão de energia elétrica (on-grid).

O sistema On-grid funciona em função de sua conexão à rede de transmissão. Esse sistema permite que a energia produzida em excesso e que não for consumida pela residência seja repassada para a rede de transmissão e sendo nesta convertida em créditos de energia para a mesma residência. Tais créditos são reservados por três anos e caso o proprietário da residência não os utilize no período determinado, os mesmos ficam para a concessionária de energia elétrica. Esta troca de energia entre as concessionárias e as residências que adquirem esse sistema, faz com que a redução dos custos com kWh sejam demonstrados na conta de energia da residência. Como pode ser observado na Figura 1.

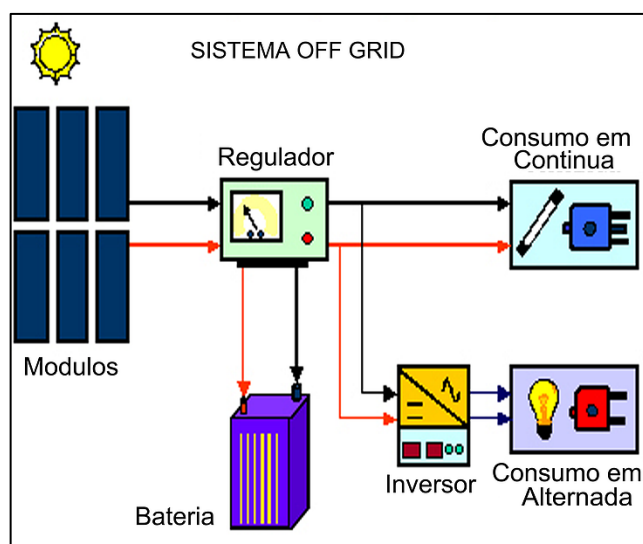
Figura 1. Sistema On-grid



Fonte: Portal do Sol, 2015.

Em contra partida, o sistema Off-grid demonstrado na Figura 2, é um sistema autônomo que necessita de baterias para armazenar a energia produzidas pelas placas fotovoltaicas. Porém, esse sistema necessita de mais investimentos para produzir a mesma quantidade de kWh consumida por uma residência tal qual se esta fosse produzida pelas concessionárias de energia.

Figura 2. Sistema Off-grid



Fonte: Portal do Sola, 2015.

Na Tabela 1 estão demonstrado os orçamentos referentes a um kit do sistema conectado à rede, onde o mesmo é composto por um inversor de 2000 W e nove painéis policristalino de 250 Wp. Esse sistema tem a capacidade de produzir até 325 kWh mensais e dependendo das necessidades da residência, essa quantidade é o suficiente para abastecer uma família de até cinco pessoas.

Tabela 1. Custo do sistema Fotovoltaico On-grid.

Empresa	Custo do sistema - R\$
A	13.400,00
B	19.990,00
C	19.590,00
Média	17.660,00

Fonte: Desenvolvida pelo autor.

Na Tabela 2 os dados demonstram o custo de um sistema autônomo. Este kit é composto por seis painéis fotovoltaico de 250 Wp, um controlador de carga, um inversor, um protetor de surto, um controlador de inversor de 1500 W e quatro baterias de 220 Ah. Contudo, esse sistema tem a capacidade de produzir aproximadamente 300 kWh mensais.

Tabela 2. Custo do sistema Fotovoltaico Residencial Off-grid.

Empresa	Custo do sistema - R\$
A	29.905,00
B	26.261,00
Média	28.083,00

Fonte: Desenvolvida pelo autor.

O Brasil apresenta grandes diversidades regionais dos recursos naturais, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Essas diferenças acabam por gerar grandes dificuldades de acesso aos locais de instalação, influenciando assim no custo final da instalação.

Com o mesmo princípio, há grandes diferenças regionais em relação ao custo da mão de obra, que se concentra na Região Sudeste. O custo final do projeto se torna elevado devido ao transporte e hospedagem de funcionários.

Outro fator que demonstra a importância do sistema fotovoltaico é a diferença do custo do kWh da energia elétrica gerada pela energia solar e

pelos recursos hídricos. De acordo com o Portal do Sol o custo do kWh da energia gerada pelas usinas hidrelétricas é de aproximadamente R\$ 0,55 e o custo do kWh da energia fotovoltaica é R\$ 0,13, o que reduz e beneficia ao longo prazo os danos ambientais causados pelos recursos hídricos e parte da população que residem em locais afastado das redes de transmissão.

CONCLUSÃO

São inúmeros os benefícios à produção de energia elétrica por fontes naturais. Entre eles encontrando-se a redução dos gases na atmosfera e os danos causados ao meio ambiente, o desenvolvimento de diferentes matrizes energéticas do país e o desenvolvimento de novas oportunidades de trabalho.

Mesmo diante de todos os investimentos em estudos e pesquisas nessa área, o Brasil ainda necessita de novas estruturas em diversas áreas que o constituem, tanto política quanto economicamente, para que se obtenha uma participação efetiva do potencial de seus recursos renováveis.

O estudo realizado demonstrou que ambos os sistemas são benéficos para redução de custos de energia elétrica gerada por recursos hídricos. Apesar dos custos de aquisição de ambos os sistemas serem elevados para boa parte da população brasileira, estes se tornam um recurso alternativo de baixo custo ao longo prazo.

Outra observação relevante baseada no estudo realizado, demonstra que o sistema Off-grid tem o custo 59% mais caro, dessa forma a residência que adquiri-lo terá o custo nulo sobre a energia elétrica gerada pelas concessionárias no decorrer do funcionamento do sistema, já que a vida útil do sistema pode variar entre 25 anos. Em contra partida, os sistema on-grid é mais acessível e garante à residência créditos em energia sendo estes convertidos ao final do mês em redução de custos na conta de luz.

A princípio o sistema fotovoltaico é considerado de alto custo população de baixa renda, mas em longo prazo, torna-se um recurso

alternativo de baixo custo. Contudo essa alternativa se torna de grande valor na produção energia elétrica, pois de acordo com os estudos, o custo do kWh da energia fotovoltaica é 76% mais barata em relação à energia produzida pelas usinas hidrelétricas, o que beneficiaria grande parte da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMÉRICA DO SOL. **Benefícios e custos**. Disponível em: <<http://www.americadosol.org/vantagens/>>. Acesso em 25 de Jul. 2015.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. **Energia Solar**. 2.ed. Brasília: ANAEEEL,2005. 29-42p.

ENERGIA PURA. **Sistema Solar Fotovoltaico 1.5 kW Mitsubishi**. Disponível em: <<https://www.energiapura.com/content/sistema-solar-fotovoltaico-15-kw-mitsubishi>>. Acesso em 12 de jul. 2015.

ENERGIA SOLAR MAIS BRASIL. **Energia solar térmica tem custo 75% menor que energia elétrica**. Disponível em: <http://www.enersolarbrasil.com.br/energia-solar-termica-tem-custo-75-menor-que-energia-eletrica/>. Acesso em: 12 de jul. 2015.

FILHO. D. O; HERMSDORFF. W. **Energia fotovoltaica**. Universidade Federal de Viçosa Departamento de Engenharia Agrícola Eletrificação Rural – ENG 661. Disponível em: <<ftp://www.ufv.br/Dea/Disciplinas/Delly/Eng460/EnergiaFotovoltaica.doc>>. Acesso em 10 jul. 2015.

FILHO. L. R. A. G. et. al. **Mathematical analysis of maximum power generated by photovoltaic systems and fitting curves for standard test Conditions**. Eng.Agríc.vol.32 no.4 Jaboticabal July/Aug. 2012. p.650-662.

GALDINO. M. A. **Análise de custos históricos de sistemas fotovoltaicos no brasil**. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES – São Paulo. Set. 2012.

GALDINO, M. A.; VISCONTI, I. F. e OLIVIERI, M. M. A., **Estudos de impactos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no sistema isolado de Parintins-AM**. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES - São Paulo. Set. 2012.

GEPEA. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf>. Acesso em 10 jul. 2015.

IDEAL. **Ideal lança edição 2015 do estudo sobre o mercado de geração distribuída fotovoltaica no Brasil**. Disponível em <<http://institutoideal.org/ideal-lanca-edicao-2015-do-estudo-sobre-geracao-distribuida-fotovoltaica-no-brasil/>> Acesso em 06 set. 2015.

KOLLING. E. M. et. al **Análise operacional de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.3, set./dez. 2004. p. 527-535.

PACHECO. F. **Energias Renováveis: breves Conceitos.** Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, n.149, Out. 2006. p.4-11.

PORTAL DO SOL. **Quanto custa a energia solar fotovoltaica.** Disponível em:< <http://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em 11 jul.2015

SHAYANI. R. A.; OLIVEIRA. M. A. G.; CAMARGO. I. M. T. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais.** VCBPE.- Brasília. Jun. 2006. Disponível em: < www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf>. Acesso em 10 jul, 2015.

ORTIZ. E. S. et. al. **Comparison of costs of photovoltaic systems for greenhouses and network electricity expenses.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.4 jun. 2015 p. 679-693