

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO: INSTALAÇÃO DE UM PAINEL SOLAR EM RESIDÊNCIA.

Wermerson David Oliveira (Wermeson_450@hotmail.com)
Gustavo Vieira Gondim (Gustavogondim@brturbo.com.br)
Anizio de Assis Rodrigues Miranda (anizioas@gamil.com)

Resumo

Este trabalho através da busca por fontes de energia renovável e limpa, minimizando os impactos ambientais e fortalecendo o desenvolvimento sustentável, onde o Brasil passa por transformações na tecnologia pra melhorar a economia do país e a produção de energia, tecnologia esta chamada de energia solar, que através da incidência solar tem o propósito de geração de eletricidade, utilizando como exemplo a aplicação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaico conectado à rede elétrica instalada na residência, localizada na zona urbana. Tendo-se como base o estudo da geração de energia elétrica, através de um sistema solar fotovoltaico conectado na rede de distribuição energética, verificando os índices de radiação solar do município de Rio Verde, estado de Goiás e os dados obtidos do sistema mostram que a região de Goiás por ser uma região ensolarada de clima tropical contribui com a geração de eletricidade de forma sustentável, podendo ser instalado em outras residências, sendo um projeto e de extrema importância por envolver a educação ambiental para população, empresas e para o governo, comprovando que o Brasil precisa e precisará da utilização de fontes renováveis de energia, mas infelizmente os incentivos ainda são poucos no Brasil,

Palavras-chave: Geração de energia elétrica, Incidência Solar, Rio Verde - GO.

Abstract

This work through the search for renewable and clean energy while minimizing environmental impacts and strengthening sustainable development, where Brazil goes through transformations in technology to improve the economy and energy production, technology this solar energy call, that through the sunlight has the purpose of generating electricity, using as an example the application of a solar photovoltaic power generation system connected to mains installed in the residence, located in the urban area. Having been based on the study of electricity generation through a solar photovoltaic system connected to the energy distribution network, checking the solar radiation rates in the city of Rio Verde, state of Goiás and the obtained system data show that region of Goiás for being a sunny region of tropical climate contributes to the generation of electricity in a sustainable manner, can be installed in other residences, being a project of extreme importance because it involves environmental education for the population, companies and the government, proving that Brazil needs and will have the use of renewable sources of energy, but unfortunately incentives are still few in Brazil

Keywords: Electric power generation, solar incidence, Rio Verde - GO.

Introdução

A eletricidade é uma das muitas formas de energia mais eficaz e que mais se adaptam às necessidades da modernização no mundo atual. A sua utilização está popularizada que dificilmente se não tem uma sociedade tecnologicamente avançada que não faça o seu uso em

grande escala. Afirma-se que todo o sistema tecnológico, com exceção feita em grande medida ao transporte, está baseado na eletricidade (BITTENCOURT, 2011).

A demanda global por energia triplicou nos últimos 50 anos e vai aumentar futuramente, esse aumento ocorreu nos países industrializados, sendo 90% dela satisfeitos por combustíveis fósseis, nos próximos anos os países em desenvolvimento sofrerão com o aumento no crescimento populacional e na demanda energética, que não cresce na mesma proporção que a oferta de energia (REIS et al, 2014).

Conforme Bronzatti & Neto, 2008 o Brasil se encontra em um período de mudanças no desenvolvimento econômico estruturando a econômica do país e a produção de energia, investindo mais nas fontes de energias renováveis, minimizando os impactos ambientais e fortalecendo o desenvolvimento sustentável.

Contudo Cabral & Vieira (2012) Recentemente, a EPE (Maio, 2013) divulgou que o consumo de energia elétrica na classe residencial apresentou um aumento do valor de 6,2%, essa elevação se dá em função da existência de um mercado aquecido nos últimos anos pelo consumo de energia elétrica, que contribui no estímulo a aquisição de aparelhos elétricos e no maior consumo de energia.

De acordo Braga (2005) as fontes renováveis provem direto ou indiretamente da energia solar, ou seja, há usos dessas fontes como a geração de energia elétrica por meios de células solares, sendo o sol o fornecer dessa energia, durante o dia que conduz a um grande aumento da oferta energética.

A energia solar, não necessita ser extraída e nem transportada para o local da geração, próximo à carga, evitando os custos com a transmissão em alta tensão por utilizar células solares, responsáveis pela geração de energia, e um inversor para transformar a tensão e frequência, sem emissão de gases poluentes ou ruídos e com necessidade mínima de manutenção (SHAYANI et al, 2006).

De acordo Porto (2007) o Brasil possui pontos favoráveis para a geração de energia solar fotovoltaica, também possui regiões favoráveis com climas tropicais, propícios para implantação dessa tecnologia, ou seja, vai melhorar o cenário ambiental e social, considerável economicamente para o consumidor no âmbito domiciliar com a participação ativa do uso racional da energia melhorando o orçamento familiar.

Segundo Marinoski (2004) a tecnologia fotovoltaica é um caminho ideal para a geração de energia, através de uma fonte inesgotável e não poluente, oferecendo economia nas contas de energia através da produção de energia limpa, sustentável e amigável ao meio ambiente, o sistema fotovoltaico está cada vez mais sendo utilizado por países desenvolvidos, não somente para uso residencial, mas também em edificações comerciais e industriais.

Segundo ANEEL (2012) o sistema de compensação de energia, deverá ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B pequenos geradores de energia elétrica, podendo aproveitar a opção por instalar um sistema fotovoltaico em um endereço e economizar na fatura de energia de outro endereço, desde que ambas as propriedades sejam do mesmo proprietário.

Os eventuais créditos de energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico após compensação no relógio instalado para receber e armazenar a energia gerada terão 36 meses após a data do faturamento para serem utilizadas ou consumidas, caso isso não ocorra, os créditos serão revertidos em prol da modicidade tarifária sem que o consumidor faça jus a qualquer forma de compensação após esse prazo (ANEEL, 2012).

Este trabalho tem como objetivo buscar através da incidência solar, com a utilização de placas solares fotovoltaicas conectadas à rede elétrica, geração eletricidade, verificando a relação entre esta geração e a economia no consumo de energia da residência.

Materiais e Métodos

O local de estudo da instalação do sistema fotovoltaico é a residência do proprietário Anízio de Assis Rodrigues Miranda, localizada na cidade de Rio Verde, interior do estado de Goiás, Latitude: 17° 47' 53" S, Longitude: 50° 55' 41" W. A residência é composta por dois pavimentos, residência e um consultório odontológico, a residência, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1. Vista lateral da frente da residência e do consultório odontológico.

Os Painéis Solares Fotovoltaico Policristalino de 255W, por ser compatível a residência e por ter uma eficiência melhor na geração de eletricidade, marca Canadian Solar, modelo CS6P-255P, comprado pelo proprietário possui garantia de 10 anos pelo fabricante, Solar Brasil, com avaliação do Inmetro com eficiência energética A, em conformidade com o programa brasileiro de etiquetagem. Cada módulo fotovoltaico on-grid para sistemas conectados à rede pesa 20 kg.

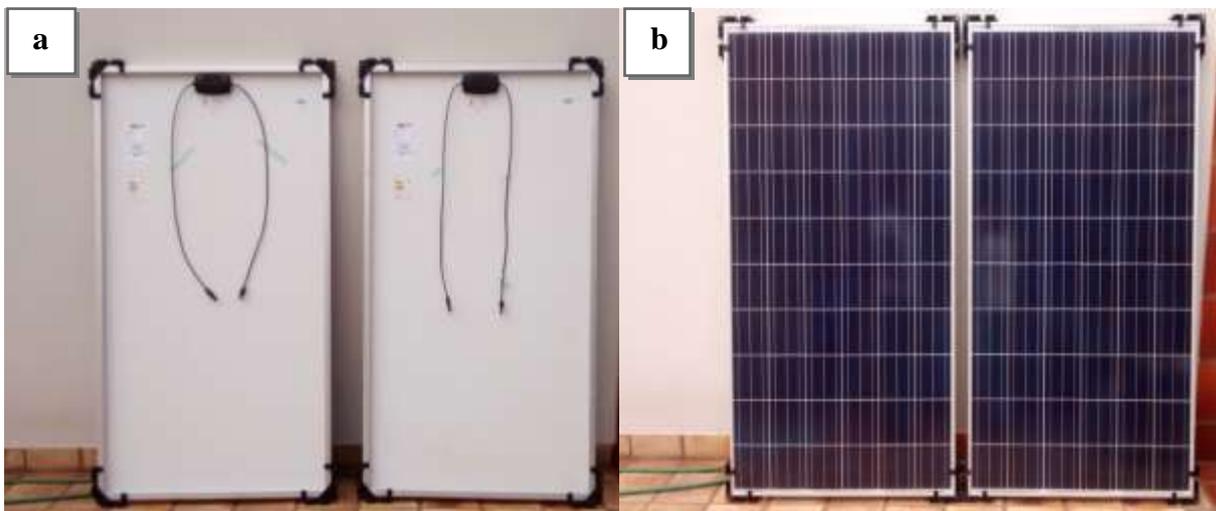


Figura 2: Módulos Fotovoltaicos Policristalino de 255W, foto da costa do material (a), Módulos Fotovoltaicos Policristalino de 255W (b).

Ao realizar a instalação dos painéis solares fotovoltaicos no telhado da residência (Figura 3 (a)), através do método direto na rede elétrica, interligou o gerador fotovoltaico à rede elétrica utilizando um inversor central com potência de 1,5KW, marca PHB Solar, modelo PHB1500-SS (Figura 3 (b)), homologado na energia elétrica pela empresa CELG, através de um medidor de consumo de energia (relógio) (Figura 3 (c)). Esse aparelho tem a função de converter a corrente contínua CC (geração fotovoltaica) em corrente alternada CA, e ainda deve satisfazer as exigências para uma conexão segura à rede elétrica.



Figura 3: Módulos fotovoltaicos fixo no telhado da residência, com a ajuda de dobradiças (a). Inversor central grid tie (b). Medidor de geração de energia elétrica do painéis solares (relógio) (c).

Fonte: Hélio Morais e Renato Cavalcante. 2012 (a). Própria do autor.

Os sistemas conectados à rede (grid tie) e de fácil instalação e custo acessível, facilitando a implantação no município devido o clima ser tropical, onde boa parte do ano há presença de irradiação solar durante o dia, em torno de 5 a 6 horas (CEPEL/Eletróbrás, 2000).

A vida útil do painel solar fotovoltaico é de 25 anos até 30 anos, onde o custo na instalação é mínimo, quase não precisa de manutenção, com um retorno rápido, significativo e positivo, relacionando os parâmetros custo e benefício, porque se tem uma economia imediata na conta de energia, o imóvel (casa) fica mais valorizado e é um sistema sustentável que não agride a natureza (ANEEL. Resolução N° 482, 2012).

Através da conta de energia elétrica da residência, foi feita as análises do consumo de energia elétrica em kWh e transferido os dados os para uma tabela, colocando cada mês durante seis meses, período de Maio de 2015 até Outubro de 2015, conforme mostra a Tabela 1. Onde os resultados do consumo médio de kWh da residência foram transferidos para um gráfico, mostrado a variação do consumo mensal de energia elétrica da residência durante os seis meses de estudo, conforme a Figura 4.

Tabela 1. Consumo médio mensal e diário da residência.

Mês	Consumo Médio (kWh)	Dias de Consumo/ Mês	Média diária (kWh/dia)
Maio	167,00	31	5,38
Junho	142,00	30	4,73
Julho	158,00	31	5,10
Agosto	178,00	31	5,74
Setembro	179,00	30	5,96
Outubro	166,00	31	5,35
Média	165,00	30,67	5,37

Fonte: Própria do autor.

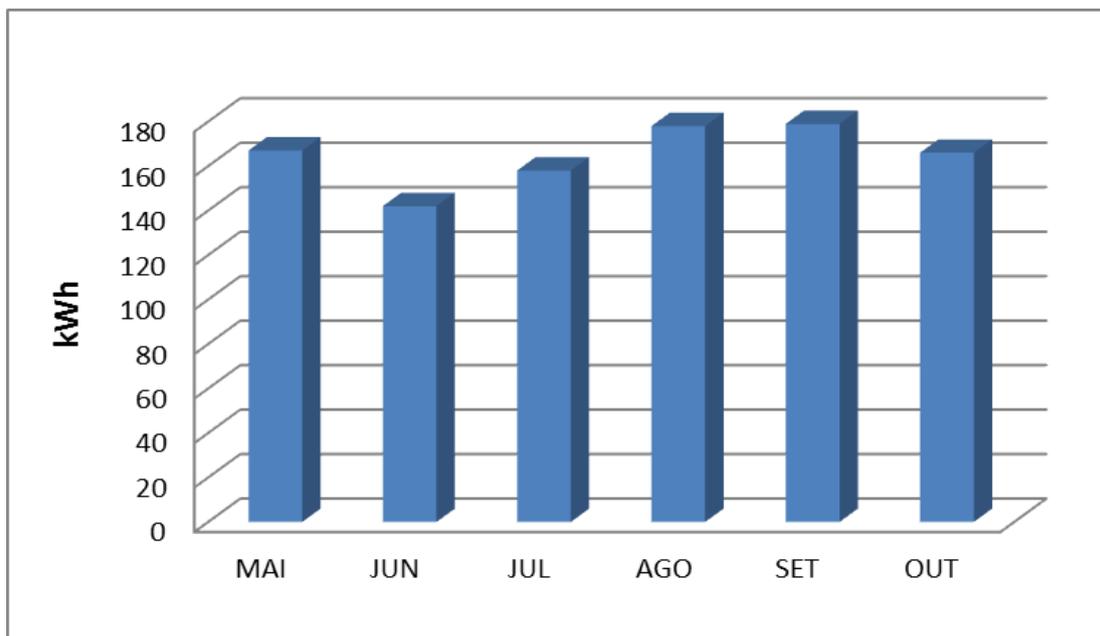


Figura 4. Variação do consumo médio mensal (Maio a Outubro, 2015).

Fonte: Própria do autor.

Resultados e Discussões

O consumo médio mensal e médio diário de energia elétrica foi determinado a partir das contas de energia do período de Maio de 2015 até Outubro de 2015, conforme apresentado na Tabela 1. A média de consumo mensal foi de 165,00 kWh.

O consumo mensal de energia do sistema solar fotovoltaico em kWh do período de maio de 2015 até outubro de 2015, conforme a Figura 5 foi de 434,00 kWh, uma média de 72 kWh por mês, ou seja, uma economia na conta de energia de R\$ 51,72.

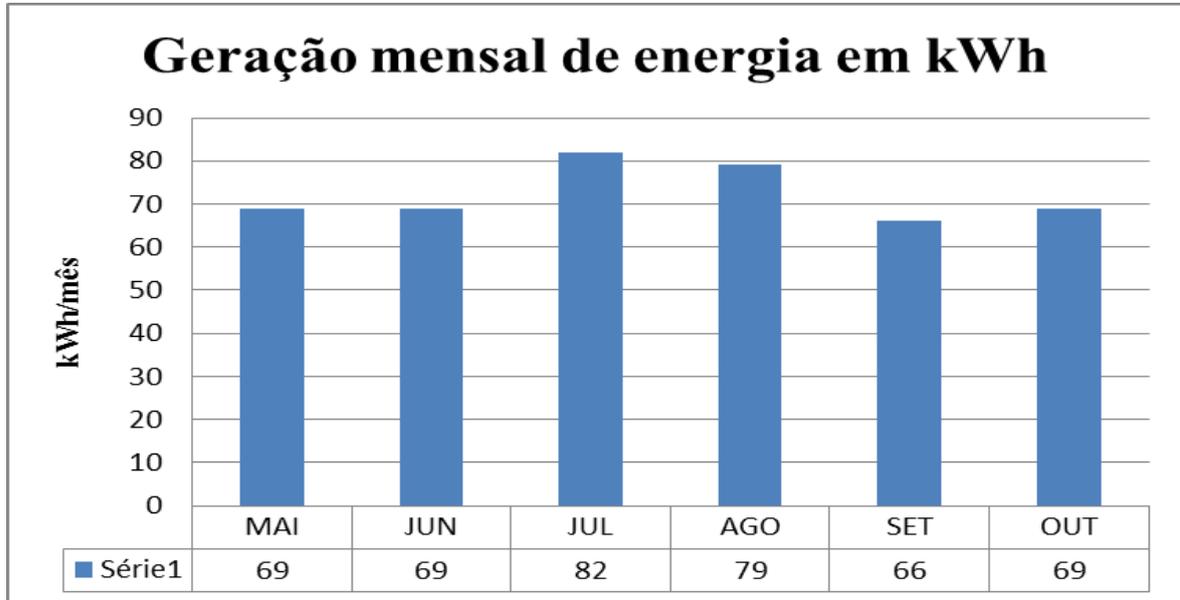


Figura 5. Geração mensal de energia em kWh do painel solar fotovoltaico.

A geração de energia solar fotovoltaica conectada à rede apresenta-se uma considerável redução de custos, devido ao grande aumento de produção resultante dos efeitos de programas de incentivo promovidos por vários países desenvolvidos, essa expectativa de a energia elétrica gerada por sistemas fotovoltaicos terá custo competitivo com outras formas tradicionais de geração e a escolha da tecnologia fotovoltaica mais adequada (VIANA, 2010).

Mediante os dados analisados, os valores são considerados úteis de radiação solar para a geração fotovoltaica, a residência, possui uma contribuição energética do Painel Solar Fotovoltaico de 2,39 kWh/dia, implicando em 14 % de eficiência energética do consumo total de energia elétrica da residência, são dados considerados bons pelo fato de gerar economia na conta de energia, durante todo muitos que o sistema estiver em operação.

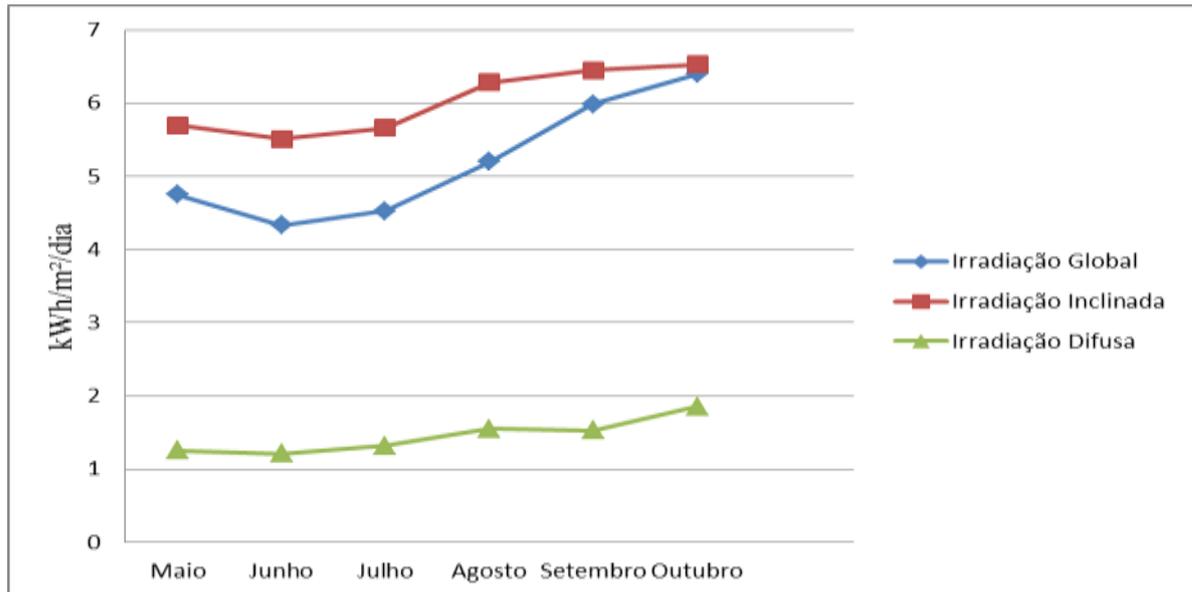


Figura 6. Irradiação Solar de Rio Verde, GO.

Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil, fornecido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL / Eletrobrás. 2000.

Considerando os módulos fotovoltaicos instalados voltados para o Norte e com uma inclinação ótima, a qual corresponde à latitude da residência. Contudo, não considera as condições da vizinhança da residência, que podem levar a uma alteração da produção elétrica devido aos sombreamentos dos módulos, tais como árvores ou edificações próximas (CEPEL/Eletrobrás, 2000).

Na Tabela 2, nota-se que nos seis meses de estudo a irradiação solar inclinada do município é considerado boa pelo fato do painel solar fotovoltaico está inclinado ao norte de onde o sol se põe, tornando viável o projeto de se gerar eletricidade com uma boa eficiência das placas solares.

Tabela 2. Irradiação Solar de Rio Verde, GO.

Mês	Irradiação Global	Irradiação Inclinada	Irradiação Difusa
Maio	4,75 kWh/m²/dia	5,70 kWh/m²/dia	1,25 kWh/m²/dia
Junho	4,33 kWh/m²/dia	5,51 kWh/m²/dia	1,21 kWh/m²/dia
Julho	4,53 kWh/m²/dia	5,66 kWh/m²/dia	1,32 kWh/m²/dia
Agosto	5,20 kWh/m²/dia	6,28 kWh/m²/dia	1,55 kWh/m²/dia
Setembro	5,99 kWh/m²/dia	6,45 kWh/m²/dia	1,53 kWh/m²/dia
Outubro	6,40 kWh/m²/dia	6,53 kWh/m²/dia	1,85 kWh/m²/dia

Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil, fornecido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL / Eletrobrás, 2000.

Um dos principais pontos a ser considerado, dentre outros para definição do investimento se tem os sistemas fotovoltaicos com concentrador, especialmente os de alto fator de concentração, onde apresentam algumas vantagens quando instalados em locais com altos níveis de irradiação direta normal, aproveitando muito mais a incidência solar pela inclinação do painel solar fotovoltaico (VIANA, 2011).

O Painel fotovoltaico conectado à rede é uma forma ambientalmente correta de produzir eletricidade e uma forma inteligente de investimento, o valor investido na aquisição de um sistema grid-tied se converte em uma economia imediata na conta de energia elétrica. Cada unidade de energia que é produzida pelo sistema fotovoltaico se traduz em uma

economia do mesmo montante que a CELG cobraria para fornecer ao consumidor (ANEEL, 2012).

A fatura de energia nunca seria igual a zero, pois consumidores residenciais e de propriedades rurais (Grupo B), no qual se inclua o proprietário Anízio de Assis Rodrigues Miranda, que devem pagar, mensalmente, pelo menos o custo de disponibilidade. Sua conexão à rede é monofásica. Portanto, seu custo de disponibilidade é um valor em reais que equivale a 30 kWh (ANEEL, 2012).

O investimento no painel de energia solar fotovoltaica é um investimento seguro, regulamentado pela própria ANEEL. Os equipamentos têm vida útil longa e quase não precisam de manutenção. O Brasil é um dos países com maior radiação solar, sempre que houver sol, o sistema produzirá energia elétrica.

O painel solar fotovoltaico instalado gera energia limpa e sustentável, evitando o desperdício de energia elétrica e um abatimento no valor da conta de energia do consumidor da residência, podendo esta energia gerada ser utilizada no uso de lâmpadas, TVs, geladeiras e ar-condicionado da residência forma de compensar o gasto durante a noite.

Apesar da contribuição energética do sistema solar fotovoltaico instalado na residência ser ainda pouco expressivo para a demanda de energia elétrica do mesmo, o painel solar mostra-se uma boa alternativa, visto que a instalação na residência possui dois painéis solares, com uma potência instalada de 0,49 kWp.

O sombreamento é um fator de análise, o gerador fotovoltaico apresenta desempenho ótimo quando iluminado simultaneamente, onde os módulos fotovoltaicos, em que as células solares individuais são conectadas em série, se houver sombra sobre uma destas células, ou seja, sombra projetada por uma antena, árvore ou poste, pode reduzir bruscamente o rendimento de todo o sistema. Fato que a célula sobre a qual incidir a menor quantidade de radiação é que determinará a corrente e, a potência de operação de todo o conjunto a ela conectado em série (RUTHER, 2000).

Portanto o trabalho mostrou a significância do aproveitamento da energia solar no município de Rio Verde, interior do estado de Goiás, por ser uma região ensolarada de clima tropical, contribuindo com a geração de eletricidade de forma sustentável, podendo ser instalado em outras residências.

O preço médio de um sistema fotovoltaico de duas placas de 255 Watts varia de R\$ 4.385,00 até R\$ 5.847,00, com uma produção anual de energia cerca de 840 kWh / ano. Portanto com uma economia na conta de energia de R\$ 51,58, o investimento será recuperado em nove anos e meio, tendo como base o valor do consumo kWh + impostos no ano de 2015.

Conclusão

Conclui-se que, os valores são considerados úteis de radiação solar para a geração fotovoltaica, a residência, possui uma contribuição energética do painel solar fotovoltaico de 2,39 kWh/dia, implicando em 14 % de eficiência energética do consumo total de energia elétrica da residência, ou seja, R\$ 51,58 de economia na conta de energia do proprietário, que partir do nono ano do painel instalado terá o seu retorno de investimento, demonstrando que os dados considerados bons pelo fato de gerar economia na conta de energia, durante todo o tempo que o sistema estiver em operação.

O Brasil sofre com o aumento da quantidade de emissões de gases de efeito estufa durante o processo de geração de eletricidade, além disso, sem falar nos aumentos nos preços do gás natural. Portanto, o custo da energia subirá, onde vai superar o valor da energia solar fotovoltaica conectada à rede, que de certa forma continuará reduzindo seu preço neste período.

O projeto de extrema importância por envolver a educação ambiental para população, empresas e também o governo comprovando que o Brasil precisa e precisará da utilização de fontes renováveis de energia, infelizmente os incentivos ainda são poucos no Brasil.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução N° 482, de 17 de abril de 2012. Biblioteca virtual. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>.

Acesso em: 13 de outubro de 2015.

Balanço Energético Nacional 2013: Ano base 2012. **Empresa de Pesquisa Energética**. - Rio de Janeiro: EPE, 2013. Acessado em 18/09/2015. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>

BITTENCOURT, Tozzi Felipe. **ESTUDO COMPARATIVO DO APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM RELAÇÃO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO NA ELETRIFICAÇÃO RURAL DO ESTADO DE TOCANTINS**. Universidade Federal de Lavras (UFLA). Departamento de Engenharia (DEG), pós-graduação *lato sensu*. Lavras, 2011.

BRAGA, Benedito. et al. Introdução à engenharia ambiental: **O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRONZATTI, Fabricio Luiz; NETO, Alfredo Iarozinski. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2008, Rio de Janeiro. **Matrizes energéticas no Brasil: Cenário 2010-2030**.

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. **VIABILIDADE ECONÔMICA X VIABILIDADE AMBIENTAL DO USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO CASO BRASILEIRO: UMA ABORDAGEM NO PERÍODO RECENTE**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2012, Goiânia.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA – CEPEL/ELETROBAS. Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de trabalho de energia solar – CRESESB. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife: CRESESB, 200.

CHIGUERU Tiba. et al. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife, Universidade Federal do Pernambuco, 2000. 111 p. Acessado em 25/10/2015. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>

JUNIOR, Hélio de Souza Moraes. et al. **APLICAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO AMAZÔNICA**. Belém: REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1303 - 1309, 2012

MARINOSKI, Luiz. et al. I Conferência latino-americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. 1, 2004, São Paulo. **Pré-**

dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC... Santa Catarina: ISBN 85-89478-08-4. 2004.

PORTO, Laura. **ENERGIAS RENOVÁVEIS**. Ministério de Minas e Energia: Diretora do Departamento de Desenvolvimento Energético. São Paulo, 2007.

REIS, Lineu Belico dos; VICHI, Flávio Maron; MELLO Leonardo Freire de. Energia e Meio Ambiente Tradução da 5^a edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

RUTHER, Ricardo. **Instalações solares fotovoltaicas integradas a edificações urbanas e interligadas à rede elétrica pública**. Florianópolis, 2000.

SHAYANI Rafael Amaral. et al. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. V Congresso Brasileiro do Planejamento Energético. Brasília, 2006.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência: CENERGIA, 2003.

VIANA, Trajano de Souza et al. **POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA COM CONCENTRAÇÃO NO BRASIL**. III Congresso Brasileiro de Energia Solar - Belém, 2011.