



**ESTUDO DO CASO DE APLICAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
RESIDENCIAL OPERANDO EM PARALELO A REDE DA
CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

**APPLICATION CASE STUDY OF A RESIDENTIAL PHOTOVOLTAIC
SYSTEM OPERATING IN PARALLEL WITH NETWORK ELECTRICITY
UTILITY**

Fernando Toshio da Silva¹

Fabrcio Alexandre da Silva²

João Luiz Bergamo Zamperin³

Wesley Pontes⁴

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo o estudo da aplicação de um sistema fotovoltaico em uma residência, levando-se em conta o projeto com base nas dimensões físicas da residência, bem como suas necessidades de demandas de energia, a fim de que seja um sistema rentável, de forma a propor uma análise do sistema em paralelo a energia convencional e acompanhar os resultados obtidos, determinando uma estratégia que se torne viáveis.

Palavras-chave: Controlador de carga; Energia renovável; Inversor de tensão; Sistema fotovoltaico

ABSTRACT: This work aims to study the application of a photovoltaic system in a residence, taking into account the project based on the physical dimensions of the

¹ Graduado em Engenharia Elétrica, UNITOLEDO, 2015.

² Graduado em Engenharia Elétrica, UNITOLEDO, 2015.

³ Doutor em Engenharia Elétrica, UNESP, 2015.

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica, UNESP, 2011.

residence, as well as its needs for energy demands, so that it is a profitable system, in order to propose an analysis of the system in parallel to conventional energy and to monitor the results obtained, determining a strategy that becomes viable.

Key words: Charge Controller; Renewable energy; Voltage inverter; Photovoltaic system

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com a recente crise hídrica a qual o Brasil está vivendo, em especial o Estado de São Paulo, aumentaram-se as discussões por novas estratégias para produção de energia elétrica de modo sustentável.

Com a crescente da demanda de energia elétrica no atual cenário do mundo moderno, em que a maioria das tecnologias são dependes de energia elétrica, têm-se incentivado as pesquisas para diversificação da matriz energética, propiciando o uso de novas alternativas para geração, sendo destaque neste cenário a energia solar fotovoltaica. Segundo Reis (2011) os sistemas baseados no uso da energia transmitida à Terra pelo sol para geração de eletricidade podem ser divididos em vários tipos, dos quais se destaca os sistemas fotovoltaicos autônomos, que efetuam a transformação da energia solar em elétrica de forma direta.

Desta forma, este trabalho busca investigar por meio de um caso real, a economia na demanda energética de uma residência, feita através do uso de painéis solares como fornecedores de energia limpa e renovável.

2. OBJETIVO

Observar na prática o sistema de energia renovável, através da captação da luz solar por meio de placas fotovoltaicas em um sistema paralelo a concessionária de energia elétrica, a fim de verificar sua viabilidade em relação à economia obtida;

Analisar o desempenho da energia obtida através do sistema fotovoltaico, bem como o rendimento, segurança e se os custos;

Comparar o sistema de energia por meio de placas fotovoltaicas ao sistema de energia com e sem sistema fotovoltaico;

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

Originária das fontes naturais à energia renovável é capaz de se regenerar antes que ocorra sua escassez

Em razão da crescente preocupação com as questões ambientais, a redução da oferta de combustíveis convencionais e o consenso mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis, as fontes de energias renováveis terão participação cada vez mais relevante na matriz energética global nas próximas décadas. Têm-se estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que vislumbram a incorporação dos efeitos da aprendizagem e a consequente redução dos custos de geração dessas tecnologias, segundo o MME - Ministério de Minas e Energia, Energias Renováveis no Brasil. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.html>, acesso em 07 de out. 2015.

O Brasil se privilegia em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, 43,9% da Oferta Interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto que a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%. A OIE, também denominada de matriz energética, representa toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos do País (ZILLES, 2012).

O potencial de energia solar disponível no Brasil é considerável. Em média, a disponibilidade anual supera os 1.825 kWh/m², ou seja, em cada metro quadrado de superfície temos diariamente 5 kWh de energia solar. O recurso da energia solar é aproveitado em todo o território, principalmente através da fotossíntese, com o cultivo de alimentos, produção de madeira e biocombustíveis, através da conversão térmica para aquecer água e, também, da conversão fotovoltaica para produzir eletricidade (ZILLES, 2012).

Na Tabela 1 está apresentada a quantidade de empreendimentos em operação na matriz energética no país, dado em potência outorgada (kW) e potência finalizada (kW), sendo que a porcentagem (%) refere-se à potência fiscalizada:

Tabela 1 – Empreendimentos Brasileiros em Operação

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	525	368.982	370.859	0,27
EOL	273	6.667.533	6.629.397	4,78
PCH	466	4.829.899	4.816.945	3,47
UFV	25	25.233	21.233	0,02
UHE	198	87.701.249	85.278.663	61,44
UTE	2.810	40.969.322	39.694.157	28,6
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,43
Total	4.299	142.552.218	138.801.254	100

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

Fonte: ANEEL, Banco de Informações de Geração. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>, acesso em 07 de out. 2015

Na Tabela 2, nota-se a crescente expansão dos empreendimentos:

Tabela 2 – Empreendimentos com Construção não iniciada

Empreendimentos com Construção não iniciada				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)		%
CGH	40	27.599		0,15
CGU	1	50		0
EOL	300	7.075.454		37,24
PCH	131	1.851.929		9,75
UFV	40	1.142.975		6,02
UHE	4	447.000		2,35
UTE	150	8.453.992		44,5
Total	666	18.998.999		100

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

Fonte: ANEEL, Banco de Informações de Geração. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>, acesso em 07 de out. 2015

Existem diversos tipos de fontes renováveis de energia como a Biomassa, Etanol, Energia Eólica, Biodiesel, Energia Hídrica, Energia Geotérmica, Energia das Ondas das Marés, entre outros, porém, neste trabalho faremos menção a Energia Termossolar e Energia Solar Fotovoltaica.

O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão. (CRESESB, Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em <http://cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&catid=4>, acesso em 07 de out. 2015)

3.2 PLACAS FOTOVOLTAICAS E SISTEMAS ON-GRID E OFF-GRID

Conforme Brito (2006) “O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel que notou placas metálicas, de platina ou prata, quando mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz”.

O silício (Si) é um semicondutor composto de átomos minúsculos que são carregados com elétrons, sendo a peça fundamental para a concepção de painéis fotovoltaicos. Utilizam-se dois tipos diferentes para criar cargas negativas e positivas, sendo o combinado com boro para carga negativa e o combinado com o fósforo carga positiva. Esta combinação cria mais elétrons no silício carregado positivamente e menos elétrons no silício carregado negativamente. O silício carregado positivamente é pressionado com o silício carregado negativamente e isso permite a célula de silício reagir com o sol produzindo energia elétrica.

Na Figura 1 pode-se ver um módulo da Placa Fotovoltaica montada utilizando o silício como base.

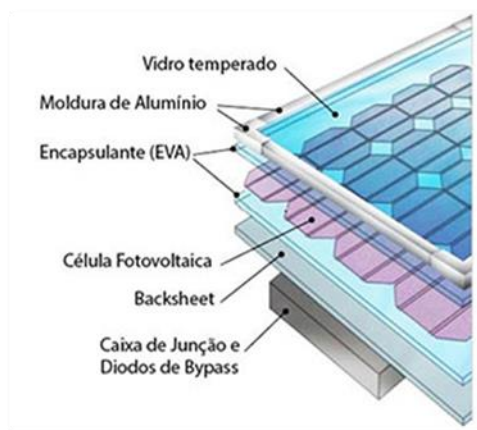
Figura 1 – Placa montada de silício



UOL, Como funcionam as células solares. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulas-solares.htm>>. Acesso em 22 set. 2015.

Os painéis solares são construídos dessas células cortadas em formas apropriadas, conforme ilustrado na Figura 2, protegidas da radiação e danos ao manusear pela aplicação de uma lâmina de vidro temperado e cimentada num substrato antiaderente e antirreflexo e emoldurado usando um quadro de alumínio. (UOL, Como funcionam as células solares. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulas-solares.htm>>. Acesso em 22 set. 2015)

Figura 2 – Montagem da Placa Fotovoltaica



SOLAR, Como Funciona o painel solar. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em 22 set. 2015

A constituição do sistema consiste em: painel solar, bateria, regulador de tensão, controle, distribuição, inversores, conversores, e instrumentos de monitoração. É interessante colocar uma ilustração ou diagrama de blocos.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em dois grupos: sistemas isolados (OFF-GRID) e sistemas conectados à rede (ON GRID ou GRID-TIE), sendo que os que não se integram a rede elétrica são sistemas isolados que normalmente usam baterias para armazenamento da energia. Os sistemas conectados à rede não dependem de armazenamento, pois todo o seu excedente poderá ser injetado na rede da distribuidora de energia elétrica.

Os sistemas Isolados (OFF-GRID) (Figura 3) têm toda a sua energia produzida, armazenada em baterias, que garantem o funcionamento do sistema em períodos com pouca incidência de luz solar. O seu funcionamento consiste na captura da luz solar através das placas fotovoltaicas, gerando energia elétrica em corrente contínua, em seguida, passa por um controlador de carga que fará a proteção das baterias contra descargas profundas e excesso de carga, toda esta energia será armazenada em um banco de baterias e por último, passa por inversor de frequência que se encarrega de fazer a conversão da corrente contínua para corrente alternada e enfim, libera-la para consumo.

Figura 3 – Esquema de sistema isolado (OFF-GRID)



NEOSOLAR, Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em 22 set. 2015

Os sistemas conectados à rede (ON-GRID ou GRID-TIE) (Figura 4) têm praticamente as mesmas características dos sistemas isolados, porém, o que diferencia é que a energia elétrica recebida das placas fotovoltaicas passam por um inversor GRID-TIE que se encarrega de converter a corrente contínua em corrente alternada, sincronizando-a com a frequência da rede (60Hz) através de um oscilador interno e ao mesmo tempo limitar a tensão de saída para que não seja maior do que a da rede, e, por último, utiliza-se um relógio de luz bidirecional que medirá a energia da concessionária, consumida quando não houver incidência de luz do sol e a energia solar gerada em excesso pelo sistema será injetada na rede da concessionária distribuidora de energia elétrica.

Figura 4 – Esquema de sistemas conectados à rede (ON-GRID ou GRID-TIE)



NEOSOLAR, Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em 22 set. 2015

O sistema escolhido para o estudo de caso foi baseado no sistema OFF-GRID por trabalhar com armazenamento de energia, porém, que funcionará em paralelo a rede da concessionária de energia, por ter baixa capacidade de produção e armazenamento, portanto, nosso sistema será o SISTEMA PARALELO (Figura 5).

Figura 5 – Sistema Paralelo



NEOSOLAR, Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em 22 set. 2015 - Adaptado

3. 3 MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem matemática se constitui na representação do mundo real levando a uma interpretação significativa do mesmo (SCHEFFER, 1995).

Para o correto dimensionamento de um Sistema Solar Fotovoltaico é necessário conhecer os valores de radiação solar incidentes no local da instalação e no plano dos módulos (PINHO; GALDINO, 2014). Através do programa SunData, desenvolvido pela CEPEL foi possível colher valores da irradiação diária média mensal no plano horizontal, informando a latitude de 21° 12'32" sul e a longitude de 50° 25'58" oeste, localização da residência conforme Figura 6.

Figura 6 – Índice Solarimétrico

Estação: Aracatuba
Município: Aracatuba , SP - BRA
Latitude: 21,2° S
Longitude: 50,432777° O
Distância do ponto de ref. (21,201333° S; 50,459135° O) :2,7 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,83	5,56	5,47	4,89	4,39	3,86	4,31	4,81	4,83	5,83	5,83	5,69	5,11	1,97
✓	Ângulo igual a latitude	21° N	5,30	5,31	5,61	5,50	5,39	4,93	5,45	5,62	5,11	5,69	5,36	5,11	5,37	,77
✓	Maior média anual	21° N	5,30	5,31	5,61	5,50	5,39	4,93	5,45	5,62	5,11	5,69	5,36	5,11	5,37	,77
✓	Maior mínimo mensal	23° N	5,22	5,26	5,60	5,52	5,46	5,00	5,53	5,67	5,11	5,65	5,29	5,03	5,36	,67

Fonte: CRESESB, Potencial Solar – SunData. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>> Acesso em 05 de out. 2005

Estes dados são baseados em uma área de cobertura de 1m², porém, a placa do autor, cobre somente 0,64m² (0,94m x 0,68m) de área, portanto, uma nova Tabela 3 foi calculada:

Tabela 3 – Índice Solarimétrico considerando a área de cobertura da placa

<i>Irradiação Solar [kWh/dia]</i>	<i>Abril</i>	<i>Mai</i>	<i>Junho</i>	<i>Julho</i>	<i>Agosto</i>	<i>Setembro</i>	<i>Outubro</i>
Área da Placa (m ²): 1,00	4,89	4,39	3,86	4,31	4,81	4,83	5,83
Área da Placa (m ²): 0,64	3,13	2,81	2,47	2,75	3,07	3,09	3,73

Fonte: Próprio autor

Este estudo de caso requer a coleta dos seguintes dados: aparelhos utilizados em uma residência e que estarão sujeitos ao sistema implantado, suas potências, o custo do quilowatt/hora pago à concessionária responsável pela distribuição de energia.

Com os resultados obtidos, foi utilizada a fórmula de consumo médio mensal (C_m) para dimensionarmos o sistema conforme Tabela 4.

$$C_m = \frac{P_e \times N_d \times D_m}{1000} \quad (1)$$

Onde:

C_m (kWh/mês) – consumo médio mensal;

P_e (W) – potência nominal do equipamento (dado de placa ou do manual do fabricante);

N_d (h/dia) – número médio de horas diárias de utilização do equipamento;

D_m (dias/mês) – número médio e dias de utilização do equipamento, por mês.

Considerando que o inversor possui uma eficiência em torno de 90%, ou seja, há 10% de perda, todas as cargas foram multiplicadas por (1,1) devido à necessidade de aumentar a potência conforme a Tabela 4 (MACIEL, 2008).

Tabela 4 - Quadro de Distribuição de Carga

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Potência (W)</i>	<i>Potência (W) x 110%</i>	<i>Tempo de uso (h/dia)</i>	<i>Consumo (W.h/dia)</i>
Lâmpada LED 9W	5	45	49,5	3	148,5
Lâmpada LED 12W	3	36	39,6	5	198
Televisor 80W	1	80	88	8	704

Receptor 10W	1	10	11	8	88
Liquidificador 500W	1	500	550	0,1	55
Batedeira 500W	1	500	550	0,1	55
					1248,5

Fonte: Próprio Autor

A partir destes dados pode-se chegar ao dimensionamento do painel solar (MACIEL, 2008):

$$NP = \frac{CDE \left(W \cdot \frac{h}{\text{dia}} \right)}{EFP \left(W \cdot \frac{h}{\text{dia}} \cdot \text{placa} \right)} \times (1 + \text{folga}) \quad (2)$$

Sendo

NP = Número de placas do painel, adimensional;

CDE = Consumo diário de energia, em Watt. Hora por dia;

EFP = Energia fornecida por placa, em Watt. Hora por dia por placa; e

Folga = fator de segurança (30%)

Temos:

$$NP = \frac{1248,5}{145} \times (1 + 0,3) \quad NP = 12 \text{ placas}$$

Para o dimensionamento de baterias é recomendado bateria de 100 Ah para cada 0,4m² de painel instalado (MACIEL, 2008), portanto, a quantidade de baterias recomendadas para este projeto são 05.

O Cálculo de Autonomia do Sistema é feito dividindo a carga disponível pelo consumo diário (MACIEL, 2008).

$$\text{Autonomia} = \frac{\text{Carga disponível (A.h)}}{\text{Consumo diário (A.} \frac{h}{\text{dia}})} \quad \text{Autonomia} = \frac{50}{8,7} = 5 \text{ dias}$$

Dimensionamento do controlador de carga é feito de acordo com a corrente que será conduzida do painel solar para a bateria (MACIEL, 2008).

Tabela 5 - Quadro de Distribuição de Carga em Corrente

Descrição	Potência (W)	Corrente (A) (CA)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo (A.h/dia)
Lâmpada LED 9W	45	0,39	3	1,17
Lâmpada LED 12W	36	0,31	5	1,55
Televisor 80W	80	0,66	8	5,28
Receptor 10W	10	0,087	8	0,696

8,70

Fonte: Próprio Autor

Dimensionamento do inversor deverá ser igual ou maior a soma das potências de todos os aparelhos que irão funcionar em corrente alternada (MACIEL, 2008) (Vide tabela 4).

Mediante dados, chegou-se ao dimensionamento ideal para que o sistema, porém, o autor, instalou apenas uma placa para análise.

O dimensionamento dos condutores manteve a instalação antiga que atende a NBR 5410, com seção de condutores de 1,5mm² para circuitos de iluminação e 2,5mm² para circuitos de força.

4 MATERIAIS E MÉTODOS APLICADOS

Para que este estudo de caso fosse possível, o autor precisou adquirir os materiais que compõem a instalação de um compacto Sistema Solar Fotovoltaico em Paralelo a rede da concessionária de energia elétrica, onde, pretende-se observar a produção de energia do sistema de placas fotovoltaicas instaladas, bem como o seu consumo, em comparação com o sistema convencional de energia da distribuidora e assim analisar os resultados obtidos conforme as Tabelas 6, 7, 8 e 9 a seguir:

Tabela 6 – Placa Fotovoltaica

<i>Especificações Técnicas</i>		<i>Investimento</i>
<i>Marca:</i>	<i>KOMAES SOLAR</i>	R\$ 568,92
Potência/Pico:	85[W]	
Corrente Máxima Potência:	4,70 [A]	
Tensão Máxima Potência:	18,10 [A]	
Corrente de Curto Circuito:	5,10 [A]	
Tensão de Circuito Aberto:	21,63[V]	
Peso:	7,9 kg	
Dimensões:	94 x 68 x 3,5cm	

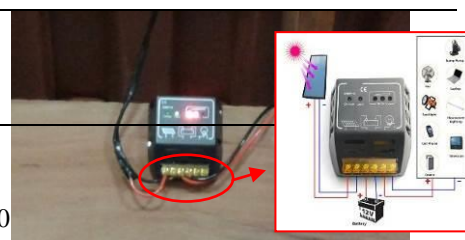


Fonte: Próprio Autor

O controlador de carga é o CMP12 atende as necessidades a baixo custo.

Tabela 7 – Controlador de Carga

<i>Especificações Técnicas</i>		<i>Investimento</i>
<i>Marca:</i>	<i>Y-SOLAR</i>	Embutido na Placa



Modelo:	<i>CMP 12</i>	<i>Fotovoltaica</i>
Tensão Nominal:	12 / 24 [V]	
Corrente Máxima de Carga e de Saída:	10 [A]	

Fonte: Próprio Autor

O inversor de tensão optado para o sistema foi o WT500 por atender as necessidades e ser de baixo custo.

Tabela 8 – Especificações técnicas do Inversor de Tensão

<i>Especificações Técnicas</i>		<i>Investimento</i>
Marca:	MEIND	R\$ 79,90
Modelo:	WT 500	
Tensão de Entrada:	18 [V] – 28 [V]	
Tensão de Saída:	100 [V] – 220[V]	
Potência de Saída Contínua:	300 [W] – 400 [W]	
Frequência:	4 [Hz] – 50/60 [Hz]	

Fonte: QLOJA, Inversores e Transformadores. Disponível em: < <http://www.qloja.com.br/automotivo/inversores-transformadores> >
> Acesso em: 14 de out. 2015

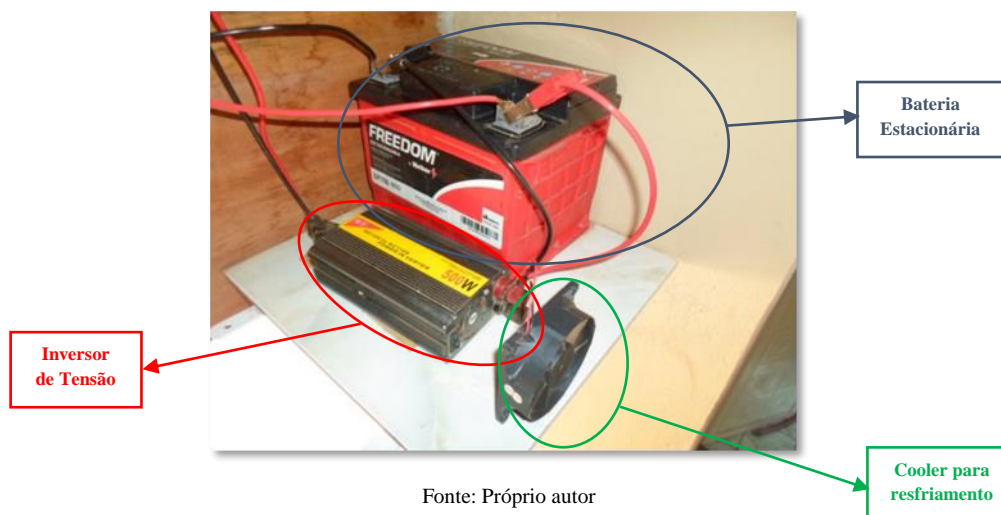
A bateria escolhida para o sistema foi a Estacionária (Figura 7) por suportar grandes descargas e também por ser mais econômica.

Tabela 9 – Especificações técnicas da Bateria Estacionária

<i>Especificações Técnicas</i>		<i>Investimento</i>
Marca:	FREEDOM	R\$ 292,41
Modelo:	DF700	
Tensão:	12 V	
Corrente C-100:	50 Ah	
Tensão de Flutuação:	de 13,2 a 13,8[V] @ 25°C	
Tensão Carga / Equalização:	de 14,4 a 15,5[V] @ 25°C	

Fonte: REIS BATERIAS, Baterias. Disponível em: < <http://www.bateriaautomotiva.com.br/produto/bateria-estacionaria-freedom-df700-45ah-50ah/10680> > Acesso em: 14 de out. 2015

Figura 7 – Inversor de Tensão 500W e Bateria Estacionária 50Ah



Durante os três primeiros meses (abril, maio e junho/2015) o sistema foi instalado gradativamente, totalizando 268W de consumo, conforme a Figura 8 e descrito na Tabela 10:

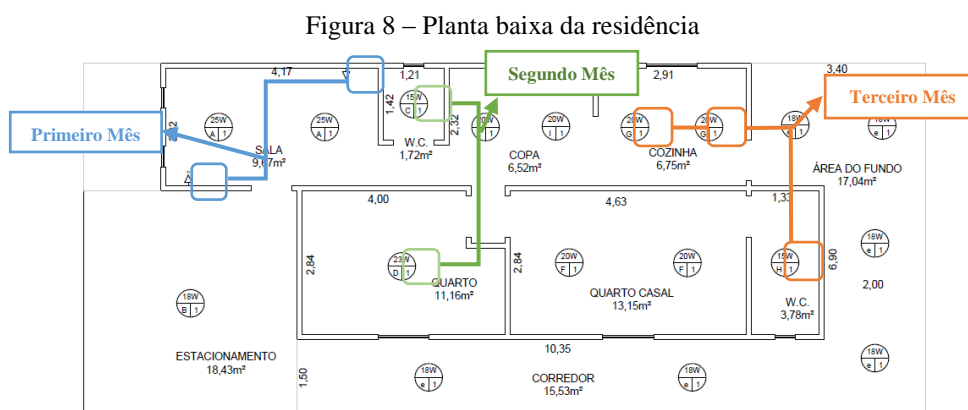


Tabela 10 - Consumo de carga inicial utilizada no sistema paralelo

MÊS	QUANT.	ITEM	LOCAL	POT. [W]	HORAS DE UTIL. POR DIA [h]	DIAS DE UTIL. NA SEMANA	CONSUMO [kWh] SEMANAL	POT. [kWh] MENSAL
Abril	2	Tomadas	Quarto do Casal	200	4	7	5,6	30,58
Maio	1	Lâmpada Eletrônica	Banheiro Social	15	4	7	0,42	
	1	Lâmpada Eletrônica	Quarto de Solteiro	23	4	7	0,64	
Junho	2	Lâmpada Eletrônica	Cozinha	20	4	7	0,56	
	1	Lâmpada Eletrônica	Banheiro da Suíte	15	4	7	0,42	
Total				273			7,64	

Fonte: Próprio autor

Após a instalação destes, ao fazer o teste, o inversor desarmou, porém, pelos cálculos o inversor de 500W deveria suportar pois a potência de todas as lâmpadas era inferior ao do inversor, entretanto, o inversor desligou com todas as lâmpadas e tomadas ligadas simultaneamente. O autor e proprietário entrou em contato com o vendedor e o mesmo disse que este inversor não suportaria tanta carga assim devido a sua baixa qualidade.

Para obter melhor resultado, todas as lâmpadas eletrônicas foram substituídas por lâmpadas LED E27 127V de 9W e com isso o consumo diário mensal que era antes de 30,58kWh passa a ser de 26,43kWh, tornando o sistema estável (Tabela 11).

Tabela 11 - Consumo de carga atual utilizada no sistema paralelo

MÊS	QUANT.	ITEM	LOCAL	POT. [W]	HORAS DE UTIL. POR DIA [h]	DIAS DE UTIL. NA SEMANA	CONSUMO [kWh] SEMANTAL	POT. [kWh] MENSAL
Julho	2	Tomadas	Sala	200	4	7	5,60	26,43
	1	Lâmpada Eletrônica	Banheiro Social	9	4	7	0,25	
	1	Lâmpada Eletrônica	Quarto de Solteiro	9	4	7	0,25	
	2	Lâmpada Eletrônica	Cozinha	9	4	7	0,25	
	1	Lâmpada Eletrônica	Banheiro da Suíte	9	4	7	0,25	
Total				236			6,61	26,43

Fonte: Próprio autor

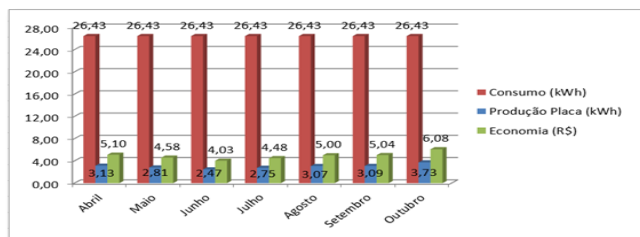
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o proposto foi analisado o sistema instalado na residência do autor Fabricio, a fim de observar consumo e as reais economias proporcionadas pela instalação.

Mediante análise das contas de energia do mês de setembro de 2014 a outubro de 2015, apesar das variáveis, os dados a seguir demonstram o custo x benefício real após a instalação do sistema, é válido ressaltar que a instalação foi realizada em março de 2015.

Com estes resultados e analisando a capacidade de produção de energia com base nos dados, conseguimos obter a real economia gerada pelo sistema em razão da carga, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Gráfico de Consumo x Produção de Energia



Fonte: Próprio autor

A Tabela 11 demonstra o consumo em quilowatts por hora (C. kWh), a potência gerada em quilowatts por hora (P. kWh), a produção em (R\$), consumo obtido (C.O.) em Reais (R\$), o valor que seria pago se não houvesse o sistema, a observação de consumo e a evolução da implantação do sistema (E.V.) no período de setembro de 2014 até outubro de 2015, sendo que as especificações do condicionador de ar são 12.000Btus, capacidade de 3516W, consumo de 1090W e corrente de 5,2A.

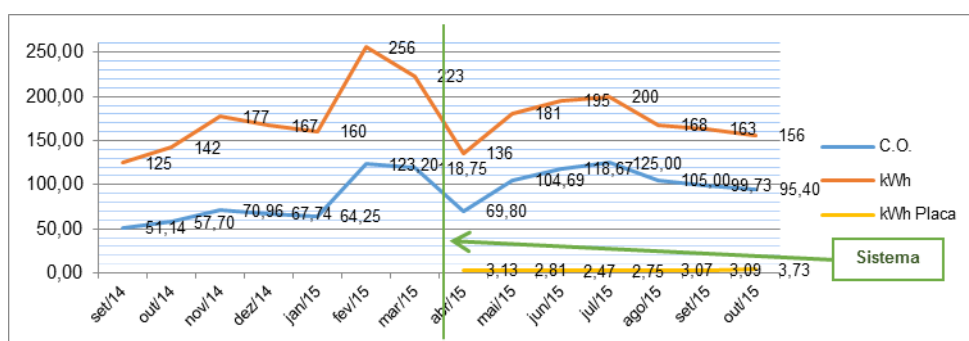
Tabela 11 - Consumo obtido e evolução da implantação do sistema fotovoltaico em paralelo

MÊS/ANO	C. kWh	P. kWh	PROD. (R\$)	C.O. (R\$)	VALOR QUE SERIA PAGO	OBS.	E.V.
set/14	125	-	-	51,14	-	-	-
out/14	142	-	-	57,70	-	-	-
nov/14	177	-	-	70,96	-	Ar cond. Ligado	-
dez/14	167	-	-	67,74	-	Ar cond. Ligado	-
Governou anunciou o aumento da tarifa de energia elétrica bem como o Bandeiramento							
jan/15	160	-	-	64,25	-	Ar cond. Ligado	-
fev/15	256	-	-	123,20	-	Ar cond. Ligado / Bandeira Vermelha	-
mar/15	223	-	-	118,75	-	Bandeira Vermelha	Sistema instalado
abr/15	138	3,13	6,19	69,80	75,99	Bandeira Vermelha	Instalado duas tomadas no quarto do casal
mai/15	181	2,81	4,86	104,69	109,55	Bandeira Vermelha	Instalado no banheiro social e no quarto de solteiro
jun/15	195	2,47	4,06	118,67	122,73	Bandeira Vermelha	Instalado na cozinha e no banheiro do casal
jul/15	200	2,75	4,40	125,00	129,40	Bandeira Vermelha	Troca das lâmpadas eletrônicas por LED
ago/15	168	3,07	4,91	105,00	109,91	Bandeira Vermelha	Benefício na economia de energia
set/15	163	3,09	5,05	99,73	104,78	Ar cond. Ligado / Bandeira Vermelha	Benefício na economia de energia
out/15	156	3,73	6,10	95,40	101,50	Ar cond. Ligado / Bandeira Vermelha	Benefício na economia de energia

Fonte: Próprio autor

Pôde-se notar uma pequena e significativa economia após a instalação do sistema. Os seguintes dados podem também ser mais facilmente visualizados por meio da Figura 10 que indica o consumo de energia elétrica, bem como o valor cobrado pela concessionária dentro do período de estudo.

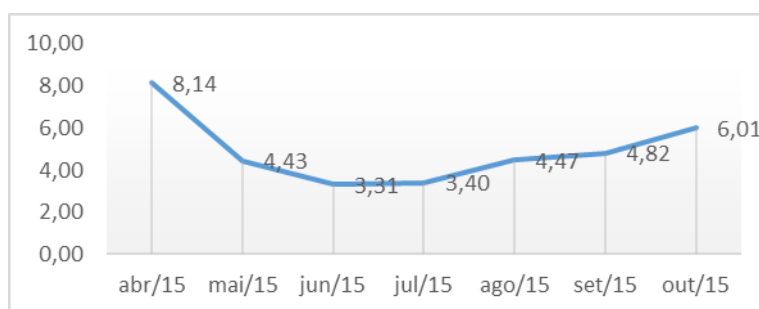
Figura 10 – Consumo obtido no período de estudo



Fonte: Próprio autor

Os resultados apontam que, mesmo com o aumento de energia por parte do governo, após instalar o sistema de placas fotovoltaicas o proprietário observou economia, mesmo que pequena (Figura 11).

Figura 11 – Valor da economia em porcentagem (%)



Fonte: Estudo de caso

O Sistema fotovoltaico é um projeto piloto com perspectiva de ampliação, o passo-a-passo partiu desde o dimensionamento da residência, a instalação por parte do autor e averiguação do desempenho do projeto, cujo apresentou falhas iniciais onde foi preciso redimensionar a carga da residência e como o sistema passou por uma bateria para armazenamento, em dias de falhas na distribuição de energia elétrica da concessionária

(falta de energia elétrica) o usuário usufrui da energia armazenada, e além do mais a economia que vem surgindo na conta de energia elétrica, mesmo que pequena, o sistema evidencia que está em operação. Além de tudo é válido ressaltar que a energia do sistema é totalmente renovável contribuindo para o meio ambiente.

6. CONCLUSÕES

A partir da avaliação dos resultados obtidos, e da análise feita, foi observado uma economia significativa, onde no caso apresentado, o proprietário pôde usufruir da diminuição da conta de energia, portanto conclui-se como válido.

O resultado final alcançado foi de acordo com o esperado, uma vez que conseguiu, ao longo da sua instalação, um decréscimo na conta de energia, além de utilizar uma energia renovável a qual não polui o meio ambiente.

Naturalmente, algumas modificações futuras como a implantação de mais placas fotovoltaicas para expandir a instalação do sistema, diminuindo as instalações dependentes da rede de distribuição de energia elétrica podem e devem ser feitas a fim de torná-lo mais eficiente e econômico, bem como a instalação de um sistema híbrido, com a possibilidade de devolver a concessionária toda a energia produzida, que fora armazenada, porém, não utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Empreendimentos em Operação. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>, acesso em 07 de out. 2015

BRITO, M. C. Meio Século de História Fotovoltaica. Lisboa, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Energias Renováveis no Brasil. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/proinfa/o-programa/energias-renovaveis?inheritRedirect=true>>. Acesso em 21 set. 2015

NEOSOLAR, Esquema de Sistema Isolado, Conectado à Rede e Paralelo. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-> > Acesso em: 14 de out. 2015

ÍNDICE SOLARIMÉTRICO. CRESESB/CEPEL Fonte: Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade_16>, acesso em 14 de out. 2015

MACIEL, N.F.; LOPES, J.D.S.; LIMA, F.Z. Energia Solar para o Meio Rural – Fornecimento de Eletricidade. Viçosa, CPT, 2008.

PINHO, J.T.; GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014.

REIS, Lineu Belico dos. Geração de Energia Elétrica / Lineu Belico dos Reis. – 2. ed. Ver. E atual. – Barueri, SP: Manole, 2011.

SCHEFFER, Nilce Fátima. O. Encontro da Educação Matemática com a Pedagogia de Freinet. Rio Claro:

ZILLES, R. Energia Solar Fotovoltaica. USP, São Paulo, 2012.