



ENERGIA, SUSTENTABILIDADE, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

## CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UMA RESIDÊNCIA COMO ECONOMIA ECOLÓGICA

<sup>1</sup>João Victor Ribeiro de Oliveira, Universidade Federal do Pará,  
jvictorriveira@gmail.com

<sup>2</sup>Ligia da Paz de Souza, Universidade Federal do Pará, ligiadapaz@outlook.com

### RESUMO

*O trabalho apresenta o dimensionamento de um sistema fotovoltaico para alimentação energética de uma residência, de forma a abrandar a problemática da utilização das fontes não-renováveis de energia aliando-se ao conceito de economia ecológica. A metodologia do trabalho foi desenvolvida a partir da coleta de informações nos sites da CELPA e CRECESB. O dimensionamento foi realizado com cálculos e interpretações da Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica. Como resultados, verificou-se que um sistema fotovoltaico do tipo autônomo atende à demanda da residência em questão e aos princípios da economia ecológica. Ademais, projeta-se um custo total do sistema baseado nos valores de potência e número de módulos necessários. O dimensionamento realizado no trabalho mostrou-se eficiente e viável, fortaleceu o uso de energia limpa reduzindo, indiretamente, impactos ambientais pela exploração demasiada das fontes não-renováveis.*

**Palavras-chave:** dimensionamento; economia ecológica; sistema fotovoltaico; energia limpa.

### INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente, sustentabilidade, atividades humanas e a relação da economia com o meio ambiente ao longo dos anos resultou em discussões e construções de teorias de forma a consolidar o conceito de economia ecológica, que segundo Muller (2007), apresenta inovações significativas na forma de abordar as interações do homem com o meio ambiente, propondo estratégias que minimizem nossa alta produção de entropia e garantam a sustentabilidade da vida. O fundamento central da economia ecológica a operação do sistema econômico em relação ao ecossistema.

Para Alier (1998), a economia ecológica é:

uma economia que usa os recursos renováveis (água, pesca, lenha e madeira, produção agrícola) com um ritmo que não exceda sua taxa de renovação, e que usa os recursos esgotáveis (petróleo, por exemplo) com um ritmo não superior ao de sua substituição por recursos renováveis (energia fotovoltaica, por exemplo).

No contexto da base energética, a demanda por energia elétrica vem, ao longo dos anos, crescendo junto com o desenvolvimento tecnológico e industrial. Com isso, a exploração de fontes não renováveis, como hidrelétricas e combustíveis fósseis, se



intensificou impactando negativamente no meio ambiente, a curto e longo prazo. De forma a abrandar tal problema e aliando o conceito de economia ecológica, desenvolveram-se fontes de energias alternativas e sustentáveis para compor a matriz energética mundial.

Imoff (2007) destaca a energia solar fotovoltaica como uma das principais fontes de energia renováveis, sendo uma fonte primária menos poluente, silenciosa, de fácil manutenção e instalação, além da geração quase nula de impactos negativos no meio ambiente. A energia solar é obtida pela conversão direta da luz (radiação solar) em eletricidade através do efeito fotovoltaico, conforme Fadigas (2015).

O painel fotovoltaico transforma a radiação solar em eletricidade. A luz do Sol entra em contato com o silício metal base da placa, gerando energia elétrica na forma de corrente contínua. A transmissão da corrente contínua é feita por cabos até um aparelho inversor que transformará essa corrente em eletricidade alternada (AMARAL; PINOTTI; JUNKES, 2016).

O Brasil apresenta um dos mais altos índices de radiação no mundo, devido à sua localização próxima à linha do Equador, de forma que não se observam grandes variações de radiação solar durante o dia. A região nordeste do Brasil é a mais próxima à linha do Equador. É a região que possui maior área de radiação solar e maior eficácia. (BOREALSOLAR, 2016).

Conforme descrito por Fadigas (2015), a configuração básica de um sistema fotovoltaico é composta pelos painéis fotovoltaicos, unidade de controle e condicionamento de potência, armazenamento e “usuário”. No entanto, a configuração geral do sistema varia com a classificação do mesmo, podendo ser classificado em sistemas de ligação à rede de distribuição elétrica nacional ou sistemas autônomos. O primeiro consiste na transformação da energia solar em elétrica com seu encaminhamento para a rede elétrica de energia, sem armazenamento. O segundo converte a energia solar em elétrica, ligando-a diretamente no local de consumo e armazenando-a para situações onde há dificuldades na operação, como períodos chuvosos.

Para o sistema fotovoltaico autônomo, que será considerado neste trabalho, Fadigas (2015) escreve que as placas fotovoltaicas recebem a radiação solar a convertendo em energia elétrica de corrente contínua, passando pelo controlador de carga e descarga, que desliga a carga quando a bateria alcança um nível mínimo de corrente e desconecta os painéis solares quando a bateria alcança o nível máximo de armazenamento. Parte da energia segue para o



inversor, que transforma a corrente contínua em alternada, distribuindo pela instalação elétrica da residência.

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo apresentar um projeto de sistema fotovoltaico autônomo para uma residência no município de Ananindeua, no estado do Pará, de forma a possibilitar o uso de energia renovável e não poluidora reduzindo os impactos ambientais causados por outras fontes de energia, aproveitar a disponibilidade de radiação solar da região e reduzir os gastos com a compra de energia elétrica, seguindo os princípios da economia ecológica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados para o dimensionamento foram coletados no site das Centrais Elétrica do Pará – CELPA e do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRECESB, bem como o uso do Google Earth Pro para coleta de imagens via satélite, Excel 2011 para confecção de gráficos e AutoCAD 2015 para ilustração do sistema. O dimensionamento foi realizado com cálculos e interpretações da Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

A residência selecionada se localiza no município de Ananindeua, Pará, (Figura 1) com latitude  $1^{\circ}21'9.20''$  S e longitude  $48^{\circ}23'7.68''$  O. A região possui clima equatorial (quente e úmido), tendo frequentes períodos chuvosos e ensolarados com elevada temperatura e intensidade de radiação solar, favorecendo a instalação de um sistema fotovoltaico.



Figura 1: Destaque da residência selecionada para instalação do sistema.

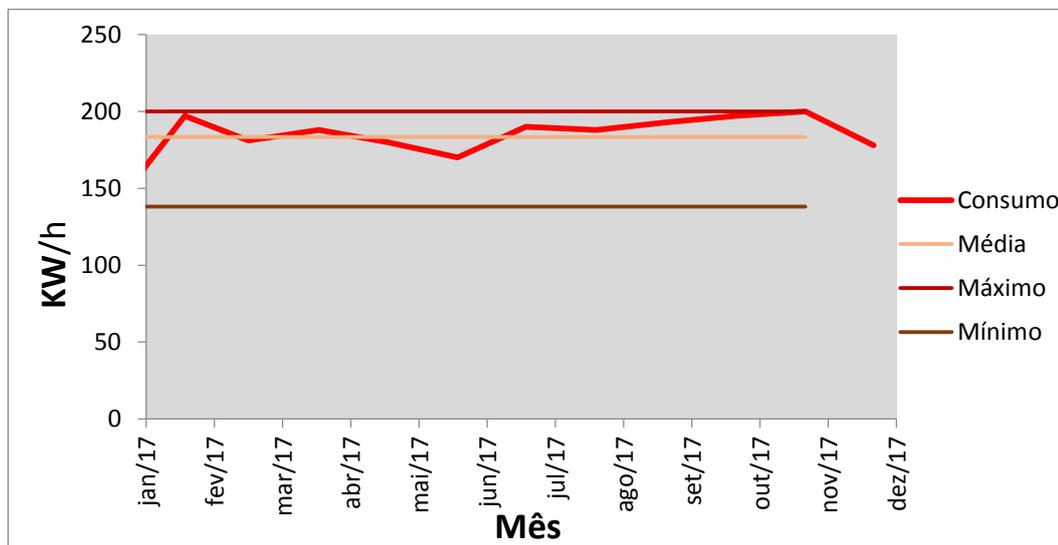


Fonte: Autores, 2019.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise do histórico de consumo da residência, através de dados obtidos no site da Companhia de Energia Elétrica do Pará (CELPA), obtiveram-se os consumos dos 12 meses referentes ao ano de 2017 ilustrados na Figura 2 abaixo.

Figura 2: Média, máximo e mínimo do consumo de energia elétrica referente a 2017.



Fonte: Autores, 2019.

Percebe-se que o consumo não segue valores constantes durante o ano, tendo um valor mínimo de 138KW/h no mês de maio e máximo de 200KW/h nos meses de novembro. Em média, o consumo de energia elétrica a residência é aproximadamente 183KW/h. Na Tabela



1, pode-se observar a análise do consumo levando em consideração o tipo de consumidor, sendo este monofásico e com potência de 30KW/h.

Tabela 1: Análise do consumo de energia elétrica para o tipo de consumidor.

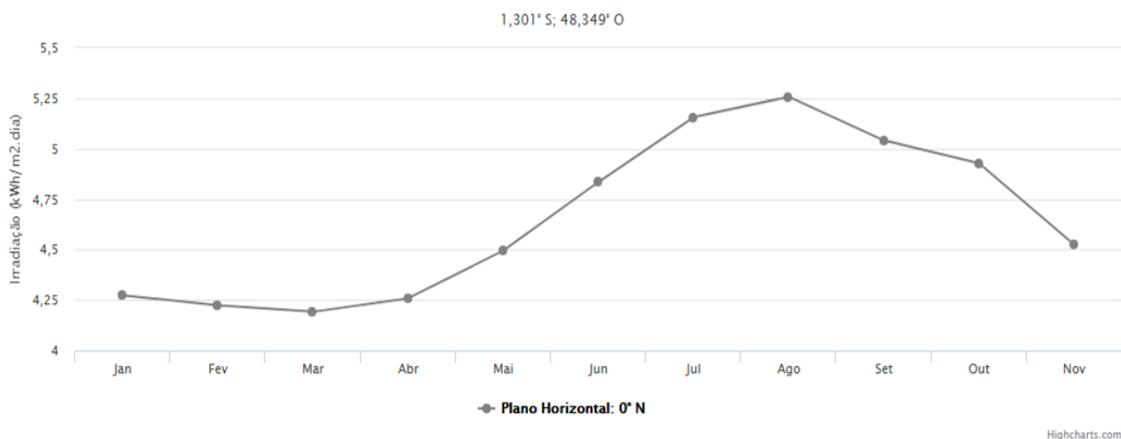
MÊS	CONSUMO
CONSUMO MÉDIO MENSAL	183 KW/h
TIPO DE CONSUMIDOR	30 KW/h
CONSUMO MENSAL DE ENERGIA	153 KW/mês
CONSUMO DIÁRIO DE ENERGIA	5 KW/dia

Fonte: Autores, 2019.

Com base em tais valores, a demanda mensal e demanda diária da residência (em valores atuais), foram determinadas sendo iguais a 183KW e 6KW, respectivamente. Para uma projeção futura, calculou-se uma variação de  $\pm 20\%$  em seis meses.

Pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRECESB obteve-se a curva da insolação média do plano inclinado, ou Horas de Sol Pleno (HSP), ilustrado na Figura 3 com as variações mensais.

Figura 3: Insolação do plano inclinado durante o ano.



Fonte: CRESESB, 2019.

O comportamento da curva evidencia a intensidade da radiação variando com o clima da região durante meses do ano. Os meses iniciais, de janeiro a abril, são marcados por períodos de chuva e nuvens, os meses finais, de maio a novembro, a temperatura é mais alta e a insolação se intensifica, com menor frequência de chuvas. A insolação média do plano inclinado da curva característica da residência foi obtida igual a 4,68KWp.

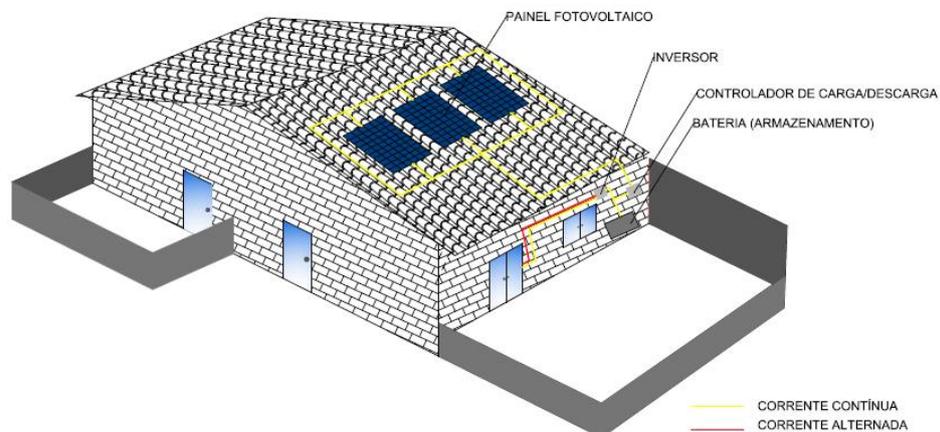
Em seguida, obteve-se a Potência do Sistema Fotovoltaico (PSFV), dividindo o consumo diário de energia pela HSP, tendo um valor resultante de 1,07KWp e o Número de



Módulos, dividindo a PSFV pela potência de um módulo padrão selecionado (330KWp) para compor o painel solar, sendo necessário 3 módulos, com dimensões de (1,95 x 0,99 x 0,04)m.

Para a escolha do inversor, responsável pela transformação da corrente contínua em corrente alternada, a potência para a operação do inversor foi calculada em 0,86 a 1,28 KWp, com a variação de 20% no valor da PSFV, necessitando, então, de um Inversor comercial com a potência na faixa de abrangência de tais valores. A figura 3 mostra o esquema do sistema na residência.

Figura 4: Esquema de instalação do sistema fotovoltaico na residência.



Fonte: Autores, 2019.

No esquema de instalação, recomenda-se a associação em paralelo dos módulos do painel, para que se evite a interrupção da carga devido a eventuais sombras ou outros fatores que dificultem a entrada da radiação solar. Assim, se um dos painéis for interrompido, os outros permanecerão em operação. Como mostrado, a corrente contínua segue para o controlador de carga/descarga, que irá controlar a carga na bateria, e depois para o armazenamento e inversor, transformando-a em corrente alternada para atender alguns equipamentos ou permanecendo em contínua, seguindo para consumo na residência.

O tipo de sistema adotado, autônomo, garante a dispensa da ligação com o sistema de rede elétrica na região sem deixar de atender a demanda de energia, pois há a possibilidade de armazenamento para eventuais situações de interrupção ou menor radiação solar. No entanto, tal modelo possui como desvantagem os elevados custos de implantação, manutenção e operação, quando comparado ao sistema fotovoltaico ligado à rede em centros urbanos. Em compensação, possui capacidade de alimentação de qualquer tipo de carga, valor de potência



e demanda de energia, fazendo com que seu custo varie de acordo com o projeto dimensionado, além da fácil manutenção.

Para a residência em questão, projeta-se um custo não tão elevado com base nos valores potência e número de módulos obtidos. Nessa situação, o encarecimento dá-se pelo uso de baterias, o inversor de carga e o controlador de carga/descarga.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência de um sistema fotovoltaico depende, principalmente, do atendimento da demanda de energia a partir da energia produzida pelos painéis. O método do dimensionamento utilizado no presente trabalho propiciou resultados razoáveis e reais, com um sistema autônomo capaz de atender a demanda na residência selecionada e reduzir os custos com energia elétrica proveniente de redes externas, fortalecendo o uso de energia limpa, favorecida pelo clima da região, e reduzindo, indiretamente, impactos ambientais pela exploração demasiada das fontes não-renováveis como as hidrelétricas, as perdas na transmissão e distribuição das redes de energia e os investimentos nas linhas de transmissão e distribuição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W. R. V; PINOTTI, M. A.; JUNKES, M. M. Análise da Viabilidade do uso de Sistema Híbrido Termo-Fotovoltaico. **Revista da UNIFEPE**, ISSN 2177-742X, Brusque, v. 1, n. 17, 2016.

BOREALSOLAR. **Potencial de energia solar**: Quais as melhores regiões brasileiras para captação da luz solar. 2016. Disponível em: <<http://borealsolar.com.br/blog/2016/10/26/potencial-de-energia-solar-quais-as-melhores-regioes-brasileiras-para-captacao-da-luz-solar/>> Acesso em: 28 jul. 2019.

FADIGAS, E. A. F. A. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. 2015. GEPEA, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ALIER, J. M. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Blumenau: EDIFURB, 1998.

MUELLER, C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora UNB, 2007.