

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO ALTO SERTÃO ALAGOANO

Igor Eduardo Santos de Melo (UFAL) iiggoorr12345@hotmail.com
Lucas Cavalcante Machado (UFAL) lucas.kawalcante@yahoo.com.br
Lucas Miguel Alencar de Morais Correia (UFAL) lucasalencar1000@hotmail.com

Resumo:

A busca por alternativas de geração de energia limpa e renovável vem aumentando nos últimos anos. E com isso, o sistema fotovoltaico vem ganhando destaque dentre os demais existentes, isso porque possui uma atratividade econômica e uma tecnologia acessível em todas as regiões. A geração de energia pode subdividir em duas formas, *on grid* (interligada a rede) ou *off grid* (sistema com baterias estacionárias). O presente estudo utilizou uma habitação de interesse social no sertão alagoano para dimensionar um sistema fotovoltaico capaz de gerar energia e reduzir os preços das tarifas, visto que na região apresenta características climáticas favoráveis para a instalação. Para isso, o desenvolvimento foi de origem quantitativa e qualitativa de caráter exploratório, subdividindo-se em três etapas, inicialmente foi elaborada uma revisão bibliográfica de forma a entender o funcionamento das placas, dos conversores e os tipos de sistemas possíveis. A segunda, foi feita uma análise do consumo de energia elétrica em um período de um ano e por fim, o dimensionamento para instalação de um sistema fotovoltaico, aplicando o sistema *on grid*. Com isso, conclui-se que é uma alternativa vantajosa para as habitações de interesse social, visto pouco espaço utilizado para implantação do sistema, redução do consumo de energia ofertado pelas distribuidoras e um retorno de valores econômicos e sociais para os habitantes.

Palavras-chave: Energia; Eletricidade; Sistemas Fotovoltaicos.

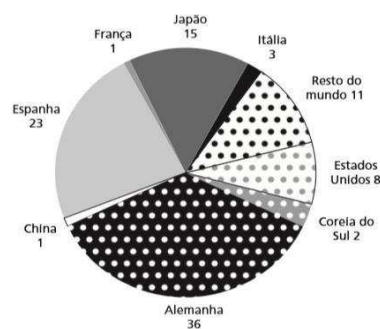
1. Introdução

Com o aumento contínuo nos preços das tarifas e os impactos causados pelas fontes de geração de energia, os sistemas fotovoltaicos vêm aumentando gradativamente como alternativa de menor impacto ambiental e social. Essa fonte de energia é uma alternativa de baixo custo econômico para habitações de interesse social e possui características sustentáveis que contribui para o meio ambiente. Os sistemas fotovoltaicos podem ser *on grid* ou *off grid*, sistemas interligados a rede ou fixo, e é constituído por painéis monocristalinos ou

policristalinos, conversores de corrente, cabos, relógios bidirecionais para os sistemas *on grid* ou baterias para o sistema *off grid*. De acordo com alguns autores da literatura, o dimensionamento da capacidade do inversor inferior a capacidade do gerador fotovoltaico, usualmente conduz a um melhor funcionamento do sistema, principalmente em climas com pouca irradiação, onde os valores de pico de radiação solar são curtos e, dessa forma, o limite máximo do inversor é pouco utilizado (DECKER et al., KELLER & AFFOLTER, 1995; KIL & WEILDEN, 1994; LOUCHE et al., 1994; PEIPPO & LUND, 1994b,a; SCHALKWIJK et al., 1997, apud MACÊDO et al., 2006).

A Alemanha é, hoje, o país com a maior potência instalada de sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica, seguida por Japão, Estados Unidos e Espanha, que também possuem capacidades instaladas consideráveis, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1 - Participação na capacidade instalada para geração fotovoltaica nos principais países no mundo



Fonte: Cabello e Pompermayer (2013, apud, IEA, 2010)

Um dos fatores que tornaram esses países referência na produção de energia através de sistemas fotovoltaicos é a questão de incentivos fiscais, porém também é necessária uma grande predominância de sol para implementação da tecnologia.

Na região do sertão alagoano não é diferente, para a cidade de Delmiro Gouveia, segundo Meteoblue, o município possui uma temperatura máxima média aproximada de 31°C, com cerca de 106 dias de sol por ano. É uma cidade com localização privilegiada para instalação e uso de tal tecnologia. Segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2015, a matriz energética brasileira é formada por mais de 70% de fontes renováveis, como por exemplo: 64% de energia hidráulica, 8% de energia de biomassa, 3,5% de energia eólica e 0,01% de energia solar. Neste trabalho, o desenvolvimento foi de origem quantitativa e qualitativa de caráter exploratório, tendo como objetivo o dimensionamento de um sistema

fotovoltaico para uma habitação de interesse social no sertão alagoano, levando em consideração suas especificações e características.

2. Fundamentação teórica

Esta seção promove uma sucinta discussão teórica por meio do posicionamento de autores relevantes aos temas abordados neste trabalho, em favor ao embasamento dos procedimentos metodológicos e discussão dos resultados obtidos nos próximos tópicos.

2.1 HIS – habitação de interesse social

O termo habitação de interesse social nasce em meados de 2005, através do ministério das cidades, como uma forma de apoio a famílias de baixa renda, vislumbrando áreas sujeitas a fatores de risco, quilombolas, índios e negros.

Segundo Torres (2004), o objetivo principal desse programa é o de oferecer moradia adequada aos segmentos populacionais de renda familiar até três salários mínimos, em localidades urbanas e rurais. Tem como propósito reduzir as desigualdades sociais e contribuir para a ocupação urbana planejada.

2.2 Sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é uma tecnologia de transformação de irradiação solar para energia elétrica através de células solares, o que contribui como uma solução eficiente ao atendimento elétrico. Há dois principais grupos de sistemas, os isolados (SFI – Sistema Fotovoltaico Isolado ou *Off Grid*) e os conectados (SFCR – Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede ou *On Grid*), abaixo segue sua classificação geral:

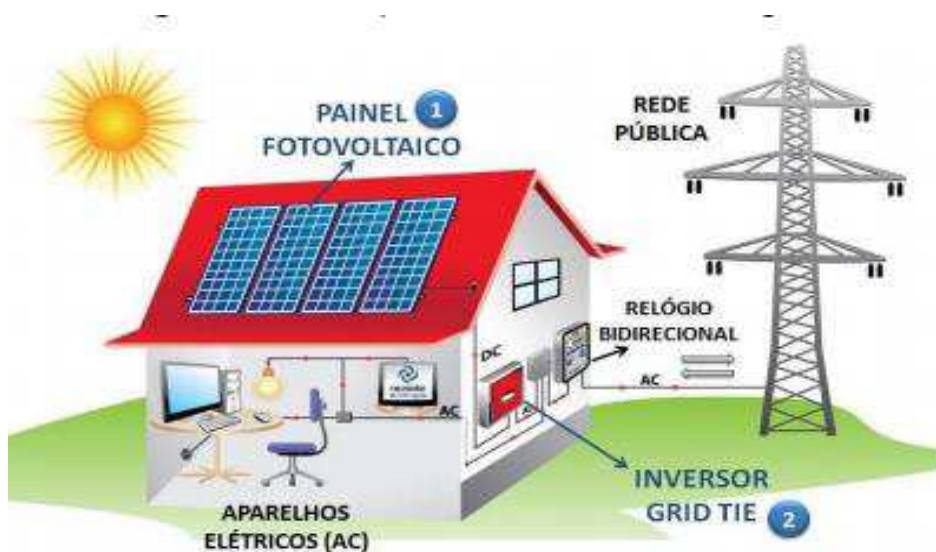
Figura 2 - Tipos de Sistemas Fotovoltaicos



Fonte: Urbanetz Jr (2010)

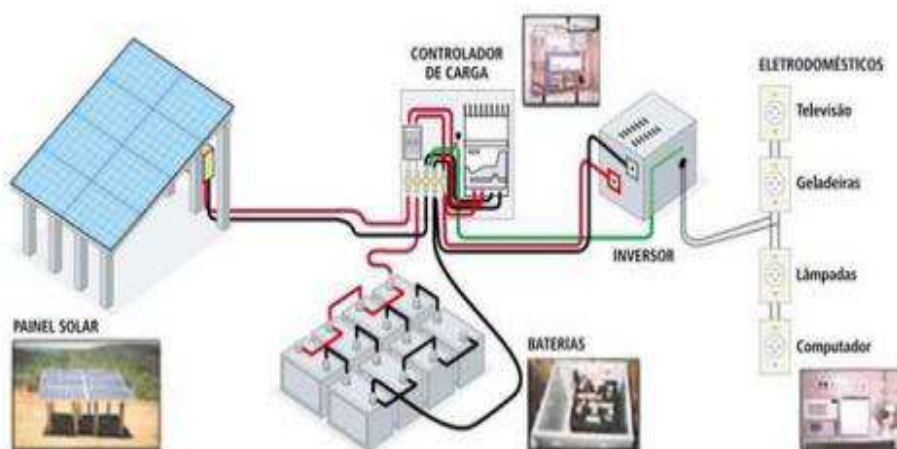
A palavra fotovoltaica origina-se do grego, onde foto significa o que tem raiz e luz; e voltaica vem da palavra volt, unidade de potencial elétrico. O sistema fotovoltaico *on grid* está diretamente relacionado à ligação da fonte geradora com a rede de distribuição através de um relógio bidirecional, é o mais utilizado para fins de consumo contínuo e uma minimização de perdas excessivas; já o sistema fotovoltaico *off grid*, é uma alternativa de armazenamento de energia, sendo as baterias estacionárias como solução para reter as cargas. As mesmas são carregadas quando a fonte geradora está em funcionamento, esse banco de baterias consequentemente proporciona uma disponibilidade de utilização quanto ao turno diário, diferentemente do *on grid* que só funciona no turno diurno.

Figura 3 - Exemplo sistema fotovoltaico *on-grid*



Fonte: CREA-MT (2015)

Figura 4 – Exemplo sistema fotovoltaico *off-grid*



Fonte: CRESESB (1996)

2.3 Componentes de um sistema fotovoltaico

A seguir serão citados os componentes necessários para um sistema fotovoltaico.

2.3.1 Placas fotovoltaicas

A célula fotovoltaica é, segundo Urbanetz Jr (2010), parte elementar de um módulo fotovoltaico. Converte diretamente a luz do sol em eletricidade (efeito fotovoltaico). Essas células são associadas eletricamente em arranjos série/paralelo a fim de formar um módulo fotovoltaico. Para gerar a energia requerida pela carga, módulos são associados (formando um painel FOTOVOLTAICO) a fim de obter-se o nível de tensão e corrente desejados.

De acordo com a CRESESB (Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio Brito), o silício é a principal matéria prima da composição da célula fotovoltaica, visto que as ligações entre as células formam as placas e podem ser do tipo monocristalino (m-Si) ou policristalino (p-Si). O primeiro é obtido pelo método Czochralski (Si-Cz) ou também pela técnica de fusão zonal flutuante (Si-FZ, Float Zone). No silício policristalino (p-Si), em vez de se formar um único cristal, o material é solidificado em forma de um bloco composto de pequenos cristais, com dimensões da ordem de centímetros.

A placa fotovoltaica é a unidade que compõe o papel fundamental do gerador, um conjunto de células monocristalinas ou policristalinas que formam a placa quando interligadas eletricamente e expostas aos raios solares, produzem energia elétrica. Os fótons presentes na

luz solar ao atingir a célula excitam os elétrons, o fluxo de geração de eletricidade aumentará a capacidade de produção elétrica, ou seja, quando os raios solares ficarem a 90 graus sobre a placa, ela atingirá seu pico de geração.

2.3.2 Conversores

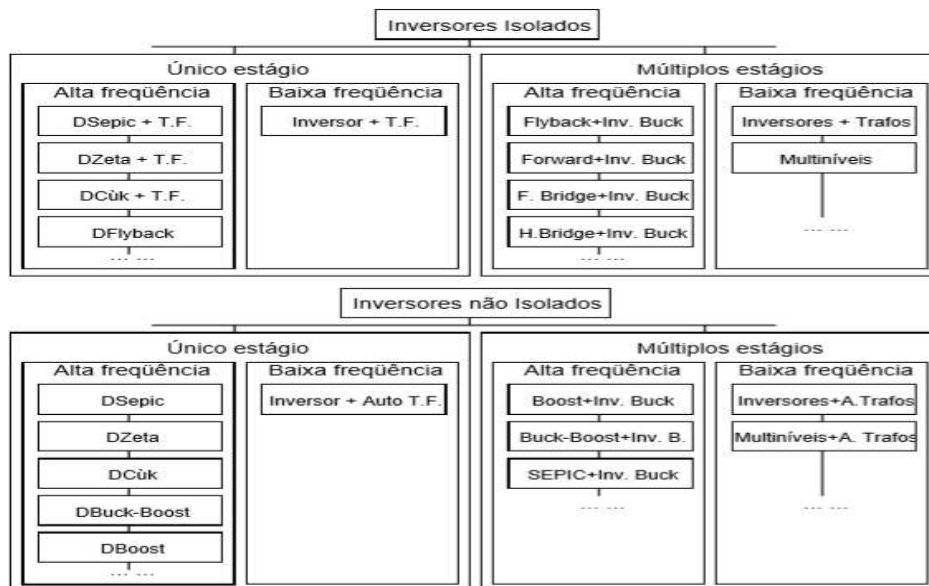
Os sistemas autônomos que utilizam energias renováveis, como a solar, vêm se destacando como implantação para obter energia elétrica para residências. O sistema on grid por exemplo utiliza o aproveitamento dos raios solares para a produção de energia elétrica e ao mesmo tempo está interligada a rede, visto que o sistema só funciona no período diurno e necessariamente a localidade deve possuir distribuição da concessionária. Segundo Almeida (2012, p. 161) “Um inversor converte a potência em corrente contínua proveniente do gerador em potência alternada que, em condições normais é injetada na rede elétrica”. Os inversores atuais apresentam alta eficiência, desligamento em condições não favoráveis, SPMP que é seguimento do ponto de máxima potência entre outros parâmetros.

“Os inversores utilizam componentes semicondutores como chaves estáticas para efetuar a comutação responsável pela conversão c.c./c.a. Esses componentes operam em dois estágios, ligado ou desligado; logo, o sinal na saída é formado por ondas quadradas, cujo valor médio segue na forma de onda senoidal da rede elétrica, através de técnicas de PWN. O sinal de saída possui forte conteúdo harmônico, sendo necessários filtros para obter uma onda senoidal pura”. (ALMEIDA, 2012, p. 161).

Dentre esse contexto, os principais componentes são os tiristores que apresentam uma realimentação regenerativa e os transistores que são chaves estáticas mais usadas na atualidade, sendo esses componentes semicondutores do inversor. Segundo a resolução normativa da ANEEL, N° 83 de 20 de setembro de 2004, uma característica obrigatória para um sistema individual de geração de energia elétrica com fontes intermitentes (SIGFI), é o fornecimento de energia elétrica, que deverá ser corrente alternada, CA - Senoidal, com observância nos níveis de tensão e frequência predominantes no município onde estiver a localidade consumidora e conformes padrões de referência vigente (em específico, a resolução N° 505 de 26 de novembro de 2001 com atualizações, que estabelece as características e os níveis de tensão da energia elétrica em regime permanente).

Para o sistema interligado a rede, a necessidade de um conversor é fundamental para o desempenho e utilização do mesmo. Sabendo que a produção energética que sai do gerador possui uma corrente contínua, o conversor tem um encargo de promover a modificação da corrente contínua para a corrente alternada, igualando à onda senoidal da distribuidora com as mesmas características. Dentre a entrada e a saída da isolação elétrica do conversor, as classificações dos mesmos podem ser apontadas como isolados ou não isolados, de múltiplos estágios ou de estágio único, que através de transformadores operam em alta e baixa frequência. Conforme a variação de tensão de entrada, os conversores podem ser definidos como topologias mais simples, a citar: inversor tipo *buck*, inversor tipo boost ou inversor tipo *buck-boost*.

Figura 5 - Proposta de classificação dos tipos de inversores existentes na literatura



Fonte: Bezerra (2010)

A imagem acima apresenta uma sugestão de classificação dos tipos de inversores/conversores atuais na literatura, de acordo com a isolação elétrica entre a carga e a fonte. Notasse que as oposições entre as topologias isoladas e as não isoladas está na aplicação do transformador isolador, lidando como componente para acumular energia ou somente conversor de nível de tensão, instituindo pequenas mudanças topológicas nos estágios de conversão. Essa classificação descrita na imagem facilita a análise dos diversos tipos de inversores que podem ser apanhados de acordo com as duas opções de check-up: inversores de estágio único (isolados ou não isolados) ou inversores de múltiplos estágios (isolados ou não isolados).

2.3.3 Relógios bidirecionais

Segundo Carvalho (2016) os relógios bidirecionais podem ser usados no sistema fotovoltaico conectado à rede. Ele registra o fluxo de energias vindo das duas direções: da rede de distribuição de energia para a residência e da residência para a rede de distribuição.

De acordo com Poullikkas (2013), citado por Maleitas (2015), quando o sistema fotovoltaico gera energia suficiente para atender a demanda da casa e ainda sobra energia, essa sobra pode ser destinada para a rede de distribuição geral. Ao adicionar energia na rede o relógio realiza o balanço energético líquido, descontando o consumo realizado da rede pela eletricidade adicionada na rede através da geração fotovoltaico. Se a energia colocada na rede for superior ao de consumo da rede, o cliente receberá uma compensação que pode ser em créditos de energia ou monetária.

2.4 Radiação solar da região

O sertão Alagoano está inserido na região Nordeste do Brasil, região conhecida por sua escassez e por possuir taxas de radiação muito elevadas. O local de estudo apresenta a predominância de características climáticas semiáridas, ou seja, grande parte do ano é ensolarado, apresentando valores de radiação solar global diário, média anual de 18 MJ/m².dia, isto é, impacta significativamente na intensidade de precipitação pluvial e nas atividades que envolvem a economia da região, impactando diretamente no emprego e renda (Silva et al., 2006). Neste sentido, a implantação do sistema fotovoltaico é um recurso ideal na região, pois tais características presentes são inesgotáveis e livres, garantindo energia limpa e gratuita para pessoas que não possuem rendas.

3. Metodologia

3.1 Projeto da habitação de interesse social

Inicialmente será realizada uma busca na literatura com enfoque no direcionamento do projeto da habitação de interesse social, vistos dados demográficos e socioeconômicos. Para a implantação do sistema on grid na habitação de interesse social, será utilizada a área da mesma para verificar a disponibilidade do espaço para a alocação dos módulos fotovoltaicos.

3.2 Dimensionamento do sistema fotovoltaico

Para dimensionar um sistema fotovoltaico, se faz necessário buscar a quantidade de irradiação solar a qual os painéis estarão expostos, para que assim, se possa calcular a energia que se deve gerar para suprir a necessidade da residência estudada.

Tal informação pode ser obtida no sistema de dados Sundata, inserindo a latitude e a longitude do local onde se encontra a residência. Dessa forma, é possível verificar a irradiação solar média mensal da localidade. Também é necessário obter dados do consumo anual de energia da residência de interesse social, assim como o rendimento do módulo escolhido.

Com esses dados, pode ser realizado o cálculo de geração mínima do sistema, e assim descrever a quantidade de módulos necessários no sistema a ser dimensionado. Pela metodologia de Oliveira (2017) a potência mínima do gerador é dada pela equação 1.

Equação 1 – Equação da potência mínima do gerador

$$PMG(kWp) = \frac{\text{Consumo} \left(\frac{kWp}{\text{mês}} \right)}{\text{horas de sol} \frac{\text{sol}}{\text{dia}} \times 30 \text{ dias} \times FPS} \quad (1)$$

Onde:

Potência mínima do gerador (Wp): potência mínima total de um conjunto de módulos que será utilizada para produzir energia que for solicitada pela carga.

Consumo mês (kWh/mês): valor de consumo arredondado, considerando o mês de maior consumo, conforme Gráfico 2.

Horas de sol pleno (horas/dia): São as horas plenas de sol, as quais dependem do nível de nebulosidade e da latitude do local de implantação. Considerar maior mínimo mensal do mês mais crítico para poder instalar os módulos. O módulo deve ter uma inclinação que privilegie o pior mês. Considerar entre 3,5 e 5 horas/dias de sol pleno (CRESESB, 2015).

Fator de perdas e segurança (Fps): Aspecto através do qual é preciso considerar a redução da geração do módulo diante da tolerância na fabricação, degradação, a temperatura de trabalho, possível poeira existente, sombras no local e, até mesmo, desalinhamentos no sistema. Foi considerado valor típico de 0,8.

O número de módulos pode ser obtido utilizando a equação 2.

Equação 2 – Equação do número de módulos

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{potência mínima do gerador}}{\text{potência do módulo}} \quad (2)$$

Na instalação, os módulos serão ligados em paralelo, afim de garantir um maior fluxo de corrente.

Para o dimensionamento do conversor *CC/CA* do sistema, será pesquisado e comparado na literatura os modelos que atendam as características técnicas de eficiência e desenvolvimento, que atenda aos requisitos mínimos para o sistema. E por fim, será feito a escolha do relógio bidirecional, sendo este pesquisado nas plataformas de distribuição, visto especificações técnicas que se enquadrem ao sistema proposto para as habitações.

4. Resultados

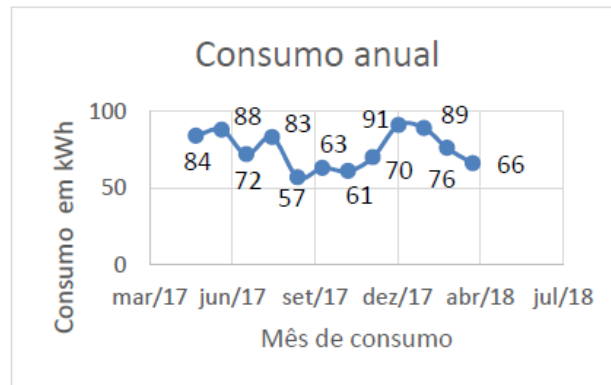
4.1 Área de estudo

Para as construções de Habitações de Interesse Social, são iniciativas que provém do poder público para famílias de baixa renda, que tem por objetivo viabilizar o acesso à moradia apropriada a uma classe populacionais de renda familiar mensal de até 3 salários mínimos independentemente de ser origem urbana ou rural. As habitações da região possuem em média uma área de coberta de 60 m², o que favorece para implantação dos módulos fotovoltaicos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2010), a região de estudo possui em média um IDH e PIB por município de 0,525 e 5983,915 R\$. O Alto sertão alagoano é composto por 8 municípios e possui características predominantes seca, com temperaturas que podem chegar a mais de 40° C.

4.2 Análise do Consumo

Foi realizado uma análise do consumo médio mensal em kWh de uma casa de interesse social, verificando o histórico de consumo de 1 ano de uma residência do tipo foi possível obter essa média e a partir dos dados plotar o gráfico de dispersão e também a conseguir os dados para o dimensionamento do sistema ideal para a residência.

Figura 6 – Gráfico de dispersão do consume anual de energia



Fonte: Autores (2018)

Notou-se que durante o período estudo que em média a casa possui um consume de 75 kWh, entretanto sua amplitude é alta. Dessa forma se toma o valor de 91 kWh como um valor de consumo seguro, onde a moradia consumirá esse valor ou menos que ele.

4.3 Cálculo do gerador e número de módulos

Utilizando a equação (1) e os resultados apresentadas na metodologia, chegou-se ao resultado que a potência mínima do gerador é:

$$PMG(kWp) = \frac{93kWh/mês}{5 \times 30 \text{ dias} \times 0,8} = 0,758kWp$$

Entretanto ainda se adota um fator de segurança de 15% para segurar o sistema, tendo dessa forma 0,872kWp, ou seja, essa é a menor potência que o sistema deve possuir para atender a demanda dessa residência.

Com a potência obtida pode-se calcular o número de módulos para suprir o sistema. Cada módulo terá uma potência de 250W, logo usando a equação (2) temos que:

$$Número \ de \ módulos = \frac{872Wp}{250W} = 3,488$$

Portanto serão necessários 4 painéis com 250W de potência cada, para atender a demanda do sistema. Com essas informações obtidas acima será possível determinar o melhor inversor que poderá ser utilizado no sistema em análise.

A placa considerada no dimensionamento foi o Paine Solar Fotovoltaico Yingli YL250P 29b (250Wp), onde as especificações estão descritas na tabela abaixo.

Figura 7 – Especificações do painel solar

Painel Solar Fotovoltaico Yingli YL250P 29b (250Wp)	
Máxima Potência (Pm):	250 Watts
Voltagem de Máxima Potência (Vm) :	29,8 Volts
Corrente de Máxima Potência (Im):	8.39 Amps
Voltagem de Circuito Aberto (Voc):	37,6 Volts
Corrente de Curto-Circuito (Isc):	8.92 Amps
Voltagem Máxima do Sistema:	1000 Volts
Eficiência do Painel:	15,4%
Faixa de temperatura em funcionamento	-40°C to 85°C

Fonte: Neosolar (2018)

A figura 6 mostra o resultado da pesquisa de alguns inversores, onde são mostradas as suas configurações mais importantes, que serão levadas em consideração na escolha do melhor inversor para o sistema. Todos os dados foram obtidos a partir da ficha técnica dos produtos.

Figura 8 – Características técnicas dos inversores pesquisados

Nome	Entradas				Saída				Outras Características	
	Potência máxima de entrada	Voltagem máxima de entrada	Faixa de Voltagem do MPP	Corrente máxima de entrada	Potência nominal de saída	Voltagem de saída	Frequência de saída	Corrente Máxima de Saída	Eficiência Máxima	Temperatura de Operação
Inversor Grid-Tie SMA Sunny Boy 3300 (SB 3300)	4040W	500Vcc	(200Vcc a 400Vcc)	20A	3800W	180Vca a 265Vca	60Hz	18A	95,60%	(-25°C a +60°C)
Inversor Fronius Galvo 1.5-1 light (1.500W)	1600W	420Vcc	(120Vcc a 335Vcc)	13,3A	1500W	180Vca a 270Vca	60Hz	7,2A	95,90%	(-25°C a +50°C)
Inversor Grid-Tie 3,0Kw sem Wi-Fi Ingeteam - SUN 3TLM	4000Wp	850Vcc	(90Vcc a 750Vcc)	11A	3000W	230Vca	50/60Hz	16A	97,70%	(-25°C a +65°C)
Inversor Grid-Tie 2,0Kw com Wi-Fi Ecosolys - ECOS2000 PLUS	3300W	480Vcc	125Vcc A 380Vcc	10A	2000W	176Vca a 242Vca	57,5Hz a 62Hz	9A	96,60%	(-20°C a +55°C)
	1200W	22V-50Vcc		50A	1100W	190-260Vac	50 Hz/60 Hz	50A	87%	(-20°C a +80°C)
	600W	22-60Vcc	24-48 Vcc	50A	650W	190-260Vac	50Hz/60Hz		85%	(-25°C a +65°C)
Inversor de Onda Senoidal 1000w	1000W	12Vcc				127Vac	60Hz		80%	(0°C a +30°C)
Microinversor I-Energy GT260	265W	30V-50Vcc		10A	230W	193,6V-242V	59,3-60,5Hz	1A	94%	40°C +A2;K11a +85°C

Fonte: Autores

5. Conclusão

Este presente trabalho propôs o dimensionamento de um sistema fotovoltaico para casas de interesse social localizadas no sertão alagoano, visto necessidades econômicas e sociais encontradas nas habitações. Com isso, temos que é uma alternativa vantajosa para as habitações da região, pois para a instalação e implantação do gerador necessita de pouca utilização de espaço, é um sistema fácil de montagem e manutenção, impacta diretamente redução do consumo de energia ofertado pelas distribuidoras e uma diminuição dos impactos ambientais providos das usinas, além de trazer um retorno de valores econômicos e sociais para os habitantes. Diante disso, o sertão alagoano possui potencial enorme para a geração dessa tecnologia renovável que pode ser valorizada através de políticas públicas e incentivos para a instalação, garantindo energia limpa a longo prazo.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se aplicar as ferramentas econômicas para analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico On Grid para uma casa de interesse social da região do Alto Sertão de Alagoas.

Referências

- ALMEIDA, M. P. **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos conectados à Rede**. 2012. 161 p. Dissertação (Mestrado em Energia) - Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.
- BEZERRA, Luiz Daniel. **Conversor CC-CA Para Aplicação em Sistemas Autônomos de Energia Elétrica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.
- CABELLO, Andrea Felipe; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Energia fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico**. IPEA, 2013.
- CARVALHO, F. A. F. **Integração de energia solar fotovoltaica em edifícios**. 2016. Dissertação (Mestrado em Sistemas Energéticos Sustentáveis) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro - Portugal.
- CREA-MT (Mato Grosso). Crea (Org.). **Produção de energia solar deve atrair mais consumidores em MT**. Disponível em: <<https://www.creamt.org.br/portal/producao-de-energia-solar-deve-atrair-mais-consumidores-emmt/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- CRESESB. **Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio Brito**. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 10 de fev. de 2019.
- EPE. **Balanco Energético Nacional**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- FIGUEIRA, Fabio Fernandes. **Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede para Alimentar a Sala de Computação da Escola Municipal Tenente Antônio João**. 2014. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ.
- IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Pesquisa produto interno bruto por município e índice de desenvolvimento humano. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em 10 de fev. de 2019.

MACÊDO, N. W. **Análise do Fator de Dimensionamento do Inversor Aplicado a Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. 2006. 183 p. Tese (Doutorado em Energia) – Escola politécnica/ Faculdade de Economia e administração/ Instituto de Eletrotécnica e Energia/ Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

MALEITAS, P. F. H. **Viabilidade Económica do Autoconsumo de Energia Fotovoltaica no Setor Não Residencial**. 2015. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis) - Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

METEOBLUE. **Tempo Delmiro Gouveia**. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/previsao/semana/delmiro-gouveia_brasil_3401109>. Acesso em: 10 ago. 2018.

NEOSOLAR. **Painel Solar Fotovoltaico Yingli YL250P 29b (250Wp)**. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingli-yl250p-29b-250wp.html>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

OLIVEIRA, Hércules Araújo. **Rede Híbrida de Distribuição de Energia em CC CA como uma Solução Alternativa para Microrredes Isoladas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletricidade) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA.

PEREIRA, Osvaldo L.S; GONÇALVES, Felipe F. **Dimensionamento de Inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica: Estudo de caso do sistema de tubarão-SC.**" Revista Brasileira de Energia 14.1 (2008): 25-45.

SILVA, V. de P. R. da; SOUSA, F. A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. da. **Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil.** *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v.68, n.1, p.781-792, 2006.

TORRES, Eusenda Moraes. **Habitação de Interesse Social – Um estudo de caso no município de Maranguape**. Redação, 2014.

URBANETZ JR, Jair. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.