



PRODUZINDO ELETRICIDADE ATRAVÉS DO SISTEMA SOLARFOTOVOLTAÍCO

SILVA, Rafael Rodrigues da¹
PONTOLIO, Valter²
ABREU, Adriano Bien de²
MONTEIRO, Jhonathan Everton³
RAUCCI, Paulo Cesar⁴

RESUMO

O artigo a seguir trata das formas de geração de energia que compõem a matriz energética nacional. Em matéria de geração de energia elétrica o país é autossuficiente e a maioria da eletricidade gerada é proveniente das usinas hidrelétricas, embora a geração de energia através de fontes hídricas seja mais barata devido à grande quantidade de rios e afluentes existentes em solo brasileiro, a geração de energia através de fontes renováveis e alternativas vem crescendo de forma significativa. As soluções para a preservação e recuperação do meio ambiente vem sendo avaliada e estudada por vários pesquisadores e a implantação de sistemas solares fotovoltaicos vem ganhando cada vez mais espaço no mercado de energia. No artigo se encontra uma relação entre a capacidade de geração de um sistema solar para produção de energia os custos de aquisição e instalação de um sistema solar fotovoltaico. O artigo visa identificar a incidência solar da região pretendida para o projeto, dimensionar o sistema conforme necessidade do projeto, realizar o levantamento de custos para execução do projeto, calcular o tempo de retorno do investimento, baseado nos valores por KWh da concessionária de energia, desenvolver um roteiro básico de dimensionamento do projeto e estabelecer comparativos com trabalhos semelhantes de energia solar fotovoltaica, o trabalho será desenvolvido através de pesquisa em revistas eletrônicas, Jornais e sites como: SciELO, Google Acadêmico e biblioteca virtual saraiva, O desenvolvimento do presente estudo irá possibilitar uma análise de forma sucinta e objetiva de quais são os procedimentos necessários para a obtenção de um sistema solar fotovoltaico, de maneira que o projeto será executado e concluído para que o objetivo do mesmo seja alcançado, a fim de cumprir todos os itens descritos anteriormente, permitindo desta forma, alcançar o objetivo proposto.

Palavras-chave: Eletricidade, Energia elétrica, Energia solar fotovoltaica, Geração de energia, Sistema solar fotovoltaico.

ABSTRACT

The following article deals with the forms of energy generation that make up the national energy matrix. In terms of electric power generation, the country is self-sufficient and most of

¹ Discente de Engenharia Elétrica da FAIP;

² Docente da FAIP;

³ Engenheiro Elétrico formado pela FAIP;

⁴ Licenciado em Sistemas e Tecnologias da Informação e Mestre em Educação.

the electricity generated comes from hydroelectric plants, although the generation of energy through water sources is cheaper due to the large number of rivers and tributaries existing on Brazilian soil, the generation of energy through renewable and alternative sources has been growing significantly. Solutions for the preservation and recovery of the environment have been evaluated and studied by several researchers and the implementation of solar photovoltaic systems is gaining more and more space in the energy market. The article finds a relationship between the generation capacity of a solar system for energy production and the costs of purchasing and installing a solar photovoltaic system. The article aims to identify the solar incidence of the region intended for the project, to scale the system according to the project's needs, to carry out the cost survey for the project's execution, to calculate the return on investment, based on the values per KWh of the energy concessionaire, develop a basic project sizing script and establish comparatives with similar photovoltaic solar energy works, the work will be developed through research in electronic magazines, newspapers and websites such as: SciELO, Google Scholar and virtual library Saraiva, The development of this study will enable a succinct and objective analysis of what are the necessary procedures for obtaining a solar photovoltaic system, so that the project will be executed and concluded so that the objective of it is achieved, in order to comply with all the items previously described , thus allowing to reach the proposed objective.

Keywords: Electricity, Electrical energy, Photovoltaic solar energy, Power generation, Photovoltaic solar system.

1. INTRODUÇÃO

O engenheiro eletricitista tem por atribuição diversas tarefas e responsabilidades, uma delas é o mercado de energia elétrica. No mercado de Energia temos diversos tipos de fontes geradoras incluindo as chamadas energias renováveis, tendo em vista a crescente demanda de energia ao longo do tempo se fez necessário o investimento em outros tipos de fontes e ao aumentar a quantidade de energia gerada de forma responsável e preservando o meio ambiente a energia solar fotovoltaica teve um crescimento notável.

Através do avanço da tecnologia, o sistema de geração de energia solar fotovoltaica busca atrelar a necessidade do ser humano referente à utilização de energia elétrica, com a geração própria de energia. Com isso o engenheiro eletricitista possibilita que uma residência comum possa gerar a sua própria energia de forma limpa, trazendo economia na conta de energia e possibilitando uma maior autonomia na relação de consumo de energia elétrica. Essa pesquisa tem por finalidade detalhar como é feito um sistema solar fotovoltaico para o consumidor residencial.

O presente artigo visa calcular a quantidade de energia produzida por um sistema solar fotovoltaico, comparar o custo com o custo da energia fornecida pelas concessionárias de energia nas residências e calcular o preço da instalação de uma matriz energética fotovoltaica com a finalidade de utilização residencial.

De forma geral, a energia solar fotovoltaica busca atrelar as necessidades que o seu usuário possui em relação a energia elétrica e através desse sistema, possibilita que o próprio usuário gere a quantidade necessária de energia que precisa para ser utilizada. Com isso, a concessionária de energia mantém os seus serviços operantes para o atendimento do usuário e o

sistema se mantém em operação mesmo em momentos em que não há produção de energia elétrica. Essa pesquisa foca em estudar o sistema solar fotovoltaico para a produção de eletricidade através do sistema ongrid.

No cenário atual o sistema solar fotovoltaico tem tido uma redução significativa referente aos custos, ao longo do tempo a tecnologia foi avançando e ganhando cada dia mais espaço, mas nem sempre foi desta forma, desde o surgimento das primeiras células fotovoltaicas e com o avanço da tecnologia foi possível uma redução do valor das placas, em locais isolados atualmente é uma opção bastante viável pois supre e atende uma demanda isolada de maneira rápida e eficaz. A energia solar fotovoltaica tem sido uma grande aliada como fonte renovável de energia e como energia alternativa ela tem conquistado a cada dia mais o seu espaço no mercado.

Desde o surgimento das primeiras células solares fotovoltaicas, de elevado custo e utilizadas na geração de energia elétrica para os satélites que orbitam nosso planeta, as tecnologias de produção evoluíram a tal ponto que se tornou economicamente viável em muitos casos a sua utilização em aplicações terrestres, no fornecimento de energia elétrica a locais até onde a rede elétrica pública não foi estendida. (RUTHER, 2004, p8).

Por abordar um assunto que está sendo cada vez mais estudado, o uso desse tipo de geração tende a ter um crescimento significativo ao longo do tempo devido ao aumento da procura por fontes não tradicionais de energia. Por ser uma fonte de energia renovável, e o recurso principal para a geração de energia estar disponível em grande escala em todo o planeta, a energia solar vem sendo pesquisada em muitos países que inclusive já criaram programas de incentivos à micro e mini geração distribuída.

A principal questão abordada no artigo a seguir é o custo de implantação de um sistema fotovoltaico para a produção residencial. Para isso será realizada uma pesquisa totalmente bibliográfica, tendo como objetivo principal dimensionar um sistema de geração de energia elétrica e calcular a capacidade de geração de energia do sistema e mensurar inclusive o tempo mínimo necessário para o retorno do investimento para que o sistema traga benefícios e ou lucro para o proprietário do mesmo.

Para a confecção do presente artigo foram utilizadas pesquisas bibliográficas. A pesquisa bibliográfica baseou-se em publicações científicas da área de energia elétrica, com ênfase em sistemas de geração de energia através de fontes alternativas, tais como energia fotovoltaica e sistemas de geração de energia através das fontes convencionais. Foram abordados assuntos como a incidência solar através de dados técnicos de acordo com institutos e órgãos de energia elétrica, a conversão de energia fotovoltaica em energia elétrica, foram pesquisadas também algumas possíveis anomalias na instalação e operação do respectivo sistema.

O trabalho em questão se estrutura em três principais assuntos dos quais abordaremos os custos de implantação de um sistema e a geração de energia através de fontes alternativas e convencionais, tais como: hidrelétricas, termelétricas, nuclear, biomassa e hídrica como sendo a principal fonte responsável por cerca de 64,9% da produção segundo dados do Ministério de Minas e Energia através do balanço energético nacional. Atualmente estas são as principais e mais utilizadas fontes para a composição da matriz energética nacional.

As fontes alternativas atualmente, são formas complementares de geração de energia, mas também tem extrema importância para a produção energética, estas fontes também são conhecidas como fontes renováveis. Atualmente a energia solar é responsável por 1% da matriz energética nacional segundo dados do ministério de minas e energia.

2. DESENVOLVIMENTO

Segundo Praça (2015), através da metodologia científica podemos compreender e analisar o mundo através da construção do conhecimento científico e o conhecimento obtido no processo metodológico busca trazer uma melhor compreensão de um determinado assunto através da verificação das hipóteses.

Devido a análise de artigos científicos e revistas eletrônicas, esta pesquisa será realizada de forma qualitativa para que haja a compreensão da bibliografia utilizada. Devido à natureza do assunto, tem se a indução como raciocínio base visando identificar as vantagens desse sistema de produção de energia.

“A implantação e o desenvolvimento de programas de apoio à chamada pesquisa "básica" impõe-se, na verdade, por razões que não aquelas sobejamente argumentadas”.(AVILA, 1987).

Devido ao fim didático dessa pesquisa utilizaremos a natureza da pesquisa básica. A pesquisa foi desenvolvida e classificada de forma que fosse possível atingir o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico de forma mais eficiente, voltado ao consumidor residencial. Para melhor exploração desta pesquisa, observou-se que ela é classificada como pesquisa Exploratória devido ao fato do uso de fontes bibliográficas e descritivas para que fosse possível descrever o processo.

O instrumento de coleta de dados utilizado foi a observação direta, tendo como base artigos científicos, revistas e registros institucionais como dados do Ministério de Minas e Energia e inclusive pesquisa de campo contendo valores de referência para kits fotovoltaicos,

foram utilizado como base os artigos de maior relevância sobre o assunto, a fim de obter uma melhor compreensão do conteúdo demonstrado no trabalho.

Esta pesquisa trabalhou as formas de geração de energia bem como a análise do sistema solar fotovoltaico para produção de eletricidade residencial, através das bibliografias estudadas foi possível dimensionar o sistema de forma objetiva respeitando as normas das agências reguladoras, calcular os seus custos para implantação e instalação, bem como avaliar a quantidade de energia produzida pelo sistema.

Portanto, foi elaborado um roteiro de pesquisa visando alcançar o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico, cuidando dos aspectos técnicos e práticos tendo em vista a clareza no entendimento do tema abordado. De forma geral o objetivo da pesquisa foi projetar um sistema solar fotovoltaico para a produção de eletricidade residencial, quais os custos de implantação, quais os principais problemas encontrados para este tipo de geração e principalmente qual o custo-benefício desta tecnologia.

Atualmente o Brasil é alimentado por várias fontes de energia elétrica e a maioria destas fontes são chamadas de fontes convencionais tais como: nuclear, biomassa, termelétrica e hídrica. Devido a extensa quantidade de rios e afluentes no solo brasileiro a construção e implantação de usinas hidrelétricas se tornou a alternativa mais barata e viável para a composição da matriz energética nacional, segundo dados do ministério minas e energia no ano de 2019 somente a geração de energia através das hidrelétricas alcançou 64,9% de toda a produção nacional, atualmente é a mais utilizada devido aos custos de geração serem os mais baixos por conta de todo ecossistema do nosso país. A geração através das hidrelétricas consiste basicamente em represar a água que logo em seguida é acelerada por gravidade movimentando as turbinas, através do movimento das turbinas obtém-se a energia cinética que é convertida em energia mecânica e essa energia mecânica é convertida pelos geradores em energia elétrica.

Antes de se tornar energia elétrica, a energia deve ser convertida em energia cinética. O dispositivo que realiza essa transformação é a turbina. A turbina consiste basicamente em uma roda dotada de pás, que é posta em rotação ao receber a massa de água. O último elemento dessa cadeia de transformações é o gerador, que converte o movimento rotatório da turbina em energia elétrica (ITAIPU, 2010).

As Usinas Termoelétricas são basicamente instalações industriais capazes de produzir eletricidade através de queima de combustíveis renováveis ou não renováveis, o seu princípio básico de funcionamento das turbinas a vapor trata de aquecer uma caldeira com água que por sua vez produz vapor, cujo vapor em alta pressão move as pás da turbina do gerador produzindo eletricidade, já as turbinas a gás funcionam de forma semelhante porém elas utilizam a dilatação dos gases da queima para ativar a turbina a gás que por sua vez acoplada diretamente ao gerador

é transformada em energia elétrica.

O funcionamento de uma usina termoeletrica – também chamada de usina térmica – ocorre da seguinte forma: a queima do combustível propicia o aquecimento de água armazenada no reservatório, o que forma um vapor, que, por sua vez, é direcionado para as turbinas do gerador responsável pela produção de eletricidade. (PENA, 2020).

As usinas de biomassa e nuclear também são usinas térmicas o que as diferem do exemplo anterior são como, por exemplo, no caso da biomassa os processos aos quais o material orgânico é submetido para posteriormente serem utilizados na queima, os processos são conhecidos como: Pirólise que consiste em expor o material a altas temperaturas originando dois tipos de materiais sendo eles sólidos e líquidos, Gasificação similar a pirólise porém origina como produto final um gás inflamável, combustão através da queima da biomassa com a presença de oxigênio e co-combustão similar a combustão porém substitui parte do carvão mineral por biomassa a fim de reduzir a emissão de poluentes. As usinas nucleares apesar de ter como base para obtenção de calor o material radioativo, por sua vez também utilizam o princípio térmico, a diferença é que o material utilizado que é o urânio passa por um processo de fissão nuclear e quando o urânio é enriquecido gera uma quantidade imensa de calor que posteriormente é convertido em energia elétrica.

Segundo Machado & Miranda (2014, p. 127), "a produção de energia elétrica através da energia solar não é algo novo muito pelo contrário, em 1839 o físico francês Edmond Becquerel descobriu que ao imergir duas placas de latão em um eletrólito líquido produziam uma diferença de potencial que ao serem expostas à luz solar deram origem ao efeito Fotovoltaico".

Inicialmente o desenvolvimento da tecnologia se deu pela procura através de empresas de telecomunicação e sistemas devido a possibilidade de levar energia aos locais remotos. Um importante fator que desencadeou uma crescente busca da tecnologia foi à corrida espacial.

Desde o início a célula solar se mostrou o melhor custo-benefício capaz de fornecer a energia necessária para extensos períodos de permanência no espaço.

Em 1973 devido à crise energética foram ampliados os interesses dessa tecnologia para aplicações terrestres. Em contrapartida para que essa forma de geração de energia fosse economicamente viável, era necessário que fosse realizada uma drástica redução nos custos de Produção das células solares comparada as utilizadas para explorações espaciais. Devido a este fato empresas de petróleo nos Estados Unidos englobaram a Produção de Energia a partir da radiação solar a fim de diversificar os seus investimentos.

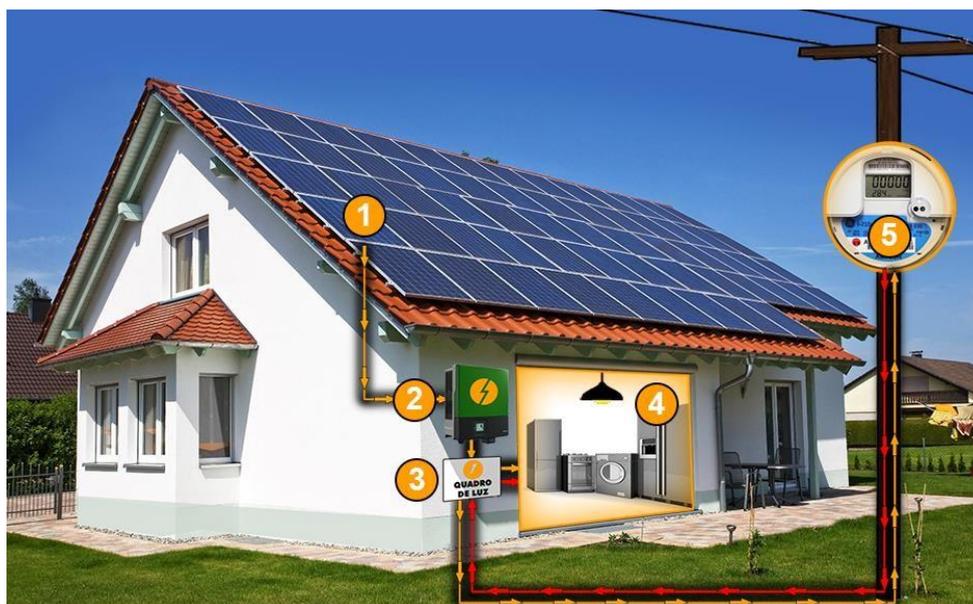
No território brasileiro a tecnologia voltada a energia fotovoltaica iniciou-se em 1950. Foi iniciado no Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e no Instituto Nacional de Tecnologia o desenvolvimento de Módulos fotovoltaicos e posteriormente em 1958 foi realizado o Primeiro Simpósio Brasileiro de Energia Solar. Diante da cronologia dos fatos essa foi uma época muito importante para a comunidade acadêmica possibilitando a exploração de uma tecnologia relativamente nova em âmbito nacional e desafiadora pela falta de conhecimento do assunto.

Portanto nacionalmente esse foi um marco histórico para a energia fotovoltaica no Brasil que através do desenvolvimento de lingotes de silício monocristalino possibilitaram a fabricação de células fotovoltaicas com eficiência de 12,5% (CEPEL,2014).

Um sistema solar fotovoltaico conectado à rede de energia elétrica basicamente é composto por três principais componentes sendo eles: Painel fotovoltaico, inversor grid-tie e relógio bidirecional. O Painel fotovoltaico ao entrar em contato com o sol produz energia elétrica através do efeito fotovoltaico, causando desta forma o surgimento de tensão em forma contínua nos painéis, os painéis solares por sua vez são conectados uns aos outros em série e/ou em paralelo de acordo com a necessidade da instalação e posteriormente conectados ao inversor grid-tie que tem a função de transformar a corrente contínua gerada nos painéis para corrente alternada que é a forma utilizada em residências e completando o ciclo, essa energia é passada para o quadro de distribuição para que possa ser utilizada, o relógio bidirecional é o equipamento instalado com a finalidade de medir a quantidade de energia gerada e a quantidade de energia consumida e caso a energia consumida seja menor que a energia gerada automaticamente são gerados créditos de KWh. atualmente no Brasil existe um sistema de créditos regulamentado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) contendo as regulamentações específicas classificadas de acordo com a localidade e tipo de consumidor (industrial, comercial e residencial).

A energia solar é convertida em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico, que ocorre quando partículas de luz solar coincidem com os átomos presentes no painel solar, gerando movimento dos elétrons e criando a corrente elétrica que chamamos de energia solar fotovoltaica. (SOLAR, 2020).

Figura 1 Exemplo de sistema solar fotovoltaico (adaptado)



Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>

Segundo ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S. H.

F. D. (2012) O Dimensionamento do sistema solar fotovoltaico é identificar a quantidade de equipamentos que serão necessários para a geração de energia, através de alguns dados que irão nortear o projeto, para isto serão necessários dados como média de consumo de energia em KWh e os valores da incidência Solar da região, diante destas informações se fazem necessários alguns cálculos para o dimensionamento do sistema, sendo eles, cálculo da energia produzida pelo gerador, cálculo da potência média de saída do sistema fotovoltaico, calculo para identificação da quantidade de painéis necessários para o arranjo fotovoltaico, entre outros.

Figura 2 Histórico de consumo e tarifa de energia

ATENDIMENTO		PN	SEU CÓDIGO		CONTA/MÊS		VENCIMENTO		TOTAL A PAGAR (R\$)				
0800 010 1010					MAI/2020		18/06/2020		278,31				
www.cpf.com.br													
DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO													
Cod.	Descrição da Operação	Mês	Quant.	Unid.	Tarifa com Tributos	Valor Total da Operação	Base Cálculo ICMS	Aliq. ICMS	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS	COFINS	Bandeiras Tarifárias
115	Nº 910651623310												
0605	Consumo Uso Sistema [KWh]-TUSD	MAI/20	353,000	kWh	0,35118981	123,97	123,97	25,00	30,99	123,97	1,14	5,27	Verde
0601	Consumo - TE	MAI/20	353,000	kWh	0,39773372	140,40	140,40	25,00	35,10	140,40	1,29	5,97	15 Dias Verde
	Total Distribuidora					264,37							14 Dias
DÉBITOS DE OUTROS SERVIÇOS													
0807	Contrib. Custeio IP-CIP Municipal	MAI/20				13,94							
TOTAL CONSOLIDADO						278,31	264,37		66,09	264,37	2,43	11,24	
HISTÓRICO DE CONSUMO			kWh			Dias			TARIFA ANEEL				
2020	MAI	353	30	Consumo TUSD		Consumo TE							
	ABR	432	32	Consumo kWh	0,24528600		0,27779000						
	MAR	339	30										
	FEV	324	28										
	JAN	351	32										
2019	DEZ	312	31										
	NOV	395	30										
	OUT	492	33										
	SET	327	29										
	AGO	296	29										
	JUL	353	33										
	JUN	299	29										
	MAI	321	32										
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO / DATAS DE LEITURA													
Nº	Energia	Leitura	Leitura	Fator	Consumo	Taxa de Perda	Leitura						
22900258	ATIVA	6897	6544	1,00	353		10/06/2020						
INDICADORES DE CONTINUIDADE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA													
Para consulta dos indicadores acesse nosso site www.cpf.com.br													
INFORMAÇÕES SOBRE A FATURA													

Fonte: Próprio Autor

Para o dimensionamento do sistema utilizaremos como base uma conta de energia, a utilização da conta é indispensável a fim de identificar a média mensal de KWh/mês e através do resultado da média diária de KWh/dia para projeção do cálculo de potência do sistema, quantidade necessária de placas solares fotovoltaicas, bem como os parâmetros do inversor, etc. Com o objetivo de demonstrar resultados reais, para um projeto de um sistema solar fotovoltaico voltado para a geração de energia residencial, foram utilizadas informações relacionadas a cidade de Marília/SP. Sua projeção seguiu rigorosamente as exigências da resolução 482 E 687 da ANEEL em conjunto com as exigências das normativas próprias da concessionária de energia elétrica local. De acordo com os dados técnicos utilizados, o sistema solar está sendo projetado para gerar 306,08 KWh/mês (10,203 KWh/dia) média anual, que é satisfatoriamente necessário

para atender a demanda total da residência onde o consumo médio é de 356,08 KWh/mês média mensal, com projeção para suprir 85,96% desse consumo, a projeção do sistema será embasada em 50 KWh a menos da média total mensal, tendo em vista que a resolução 687 da ANEEL assegura as concessionárias que cobrem, no mínimo, o valor referente a disponibilidade para o consumidor do tipo B, que no projeto em questão se enquadra como Classificação: Convencional B1 Residencial - Bifásico 220/ 127 V.O painel deve ser instalado preferencialmente no telhado de acordo com a inclinação calculada cujo objetivo é otimizar e reutilizar o espaço do telhado e assim obter o melhor rendimento anual e a melhor posição em relação ao norte verdadeiro.

Antes da instalação devem ser realizadas análises dos locais de instalação dos painéis a fim de identificar previamente possíveis situações que interfiram no rendimento e bom funcionamento do sistema, pois caso haja sombra na superfície dos painéis essa sombra é interpretada pelo sistema como uma resistência, provocando a geração de calor e a energia produzida passa a ser consumida pelo próprio painel fotovoltaico comprometendo assim o seu rendimento.

“Uma pequena sombra sobre uma destas células, como a sombra projetada por uma antena, chaminé ou poste, pode reduzir acentuadamente o rendimento de todo o sistema”. (RUTHER, 2004, p. 29).

Visando o melhor aproveitamento e rendimento do sistema a inclinação do painel fotovoltaico deve ser acima de 15° a fim de evitar o acúmulo de sujeira na superfície do painel. A seguir detalharemos os passos para o devido cálculo do Sistema.

□ 1° Passo: Definição da Potência Teórica do Sistema Fotovoltaico

$P_{fv} = (C/Irr) / F$ Onde:

P_{fv} = Potência do Sistema (KWp)

C = Consumo anual de energia (KWh/ano)

Irr = Radiação solar local (KWh/m²/ano) – site Cresesb
F = Fator de performance do sistema

$C = 306,08 \times 12 = 3672,96$ KWh/ano

$Irr = 5,01$ KWh/m²/dia x 365 dias = 1828,6 KWh/m²/ano (Marília)
F = 85% = 0,85

$P_{fv} = (3672,96/1828,6) / 0,85 = 1,71$ KWp

□ 2° Passo: Definição da quantidade de Painéis Fotovoltaicos

O módulo solar utilizado será o modelo PHK-36-SERIES-5BB Policristalino Half Cell 335Wp do fabricante BYD (China).

Deve-se dividir a potência teórica do sistema (1° passo) pela nominal do painel Onde:

Q_p = Quantidade de painéis

P_{fv} = Potência teórica do sistema (1° passo) P_p =

Potência dos painéis

$Q_p = 1710/335 = 5,1$ painéis

□ 3° Passo: Definição do Inversor

Para a definição do inversor devemos nos assegurar que as informações acima estejam corretas a fim de evitar transtornos futuros que podem ocasionar o mau funcionamento do sistema como um todo.

Quanto a potência – 25% menor

Potência CC = 1,71 KWp

Potência AC = 1,71 KW – Bifásico

Diante das informações encontradas acima devemos utilizar no projeto em questão um inversor solar com a capacidade de entrada de corrente nominal, para geração de no mínimo 1,7KW, portanto o modelo de inversor solar escolhido foi, o Inversor Solar Growatt On Grid Mic2000tl-x 2KW monofásico 220V 1mppt, o inversor em questão possui capacidade de entrada de 2 KW, conforme informações disponibilizadas pelo próprio fabricante através do datasheet abaixo.

Figura 3 Datasheet inversor Solar

Datasheet	MIC 750TL-X	MIC 1000TL-X	MIC 1500TL-X	MIC 2000TL-X	MIC 2500TL-X	MIC 3000TL-X	MIC 3300TL-X
Input data (DC)							
Max. recommended PV power (for module STC)	1050W	1400W	2100W	2800W	3500W	4200W	4290W
Max. DC voltage	500V	500V	500V	500V	550V	550V	550V
Start voltage	50V	50V	50V	50V	80V	80V	80V
Nominal voltage	120V	180V	250V	360V	360V	360V	360V
MPP voltage range	80V-500V	80V-500V	50V-500V	50V-500V	65V-550V	65V-550V	65V-550V
No. of MPP trackers	1						
No. of PV strings per MPP tracker	1						
Max. input current per MPP tracker	13A						
Max. short-circuit current per MPP tracker	16A						
Output data (AC)							
AC nominal power	750W	1000W	1500W	2000W	2500W	3000W	3300W
Max. AC apparent power	750VA	1000VA	1500VA	2000VA	2500VA	3000VA	3300VA
Nominal AC voltage(range*)	230V (180-280V)						
AC grid frequency(range*)	50/60 Hz (45-55Hz/55-65 Hz)						
Max. output current	3.6A	4.8A	7.1A	9.5A	11.9A	14.3A	14.3A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging						
THD	<3%						
AC grid connection type	Single phase						
Efficiency							
Max. efficiency	97.4%	97.4%	97.4%	97.4%	97.6%	97.6%	97.6%
European efficiency	96.5%	96.5%	97.0%	97.0%	97.0%	97.1%	97.1%
MPP efficiency	99.9%						
Protection devices							
DC reverse polarity protection	Yes						
DC switch	Yes						
AC/DC surge protection	Type II / Type III						
Insulation resistance monitoring	Yes						
AC short-circuit protection	Yes						
Ground fault monitoring	Yes						
Grid monitoring	Yes						
Anti-islanding protection	Yes						
Residual-current monitoring unit	Yes						
AFCI protection	Optional						

Com base em informações levantadas diretamente em uma empresa especializada em projetos e instalações de sistemas solares fotovoltaicos, cuja denominação se dá por JDP Energia Solar, fornecedor local da cidade de Marília-SP, segue uma lista catalogada com a discriminação dos valores unitários para a composição do sistema solar fotovoltaico, acompanhado dos custos referentes ao projeto de Licenciamento e mão de obra de instalação:

- Painel Solar Fotovoltaico BYD 335PHK-36 Policristalino 144 CEL. 335W
Half Cell 17% eficiência: R\$ 1.143,80
- Inversor solar fotovoltaico on-grid Growatt MIC2000TL-X 2KW Monofásico
220V 1MPPT Monitoramento: R\$ 2.869,45
- Kit de estrutura para 1 painel parafuso estrutural Hanger Bolt base de metal: R\$
175,80
- Cabo Solar Nexans 47064 Energy Flex Afitox 0,6-1KV 1500V DC Preto: R\$ 12,10
- Cabo Solar Nexans 43221 Energy Flex Afitox 0,6-1KV 1500V DC Vermelho: R\$
12,10
- Conector MC4 Acoplador Fêmea: R\$ 19,80
- Conector MC4 Acoplador Macho: R\$ 19,80
- String Box Quadro 1 Entradas 1 Saída 600V (1 MPPT): R\$ 685,30
- Custo Com Projeto De Licenciamento: R\$ 850,00
- Mão de Obra de Instalação: R\$ 1.800,00

Em posse das informações referente aos custos, faremos a seguir a somatória dos custos para obtenção do valor total do sistema fotovoltaico, inclusive sua instalação, a medição dos valores de cabos varia de acordo com o posicionamento das células fotovoltaicas, para o projeto em questão consideraremos 20m.

Tabela 1 Custos de obtenção e implantação

Custos do projeto fotovoltaico			
Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Painel Fotovoltaico	6 unidades	R\$ 1.143,80	R\$ 6.862,80
Inversor Solar	1 unidade	R\$ 2.869,45	R\$ 2.869,45
Kit de Estrutura	6 unidades	R\$ 175,80	R\$ 1.054,80
Cabo Preto	20 metros	R\$ 12,10	R\$ 242,00
Cabo Vermelho	20 metros	R\$ 12,10	R\$ 242,00
Conector Fêmea	1 unidade	R\$ 19,80	R\$ 19,80
Conector Macho	1 unidade	R\$ 19,80	R\$ 19,80
String Box	1 unidade	R\$ 685,30	R\$ 685,30
Projeto	1 unidade	R\$ 850,00	R\$ 850,00

Mão de Obra	1 unidade	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
Total Geral			R\$ 14.644,70

Fonte: Próprio Autor

Como podemos identificar na tabela, o sistema em questão terá um custo aproximado de R\$ 15.000,00. Os valores contidos na tabela são referentes ao segundo semestre do ano de 2020 e os valores contidos na tabela, podem sofrer variações de acordo com o fornecedor. Vale ressaltar que os itens no ato do faturamento são inclusos em um mesmo kit para obter o benefício de isenção de imposto disponibilizado pelo Governo Federal.

A seguir faremos o cálculo aproximado para o retorno dos investimentos de acordo com os valores que são praticados pela concessionária de energia elétrica local. Tendo em vista o consumo médio de 356,08KWhh/mês o consumidor em questão possui uma fatura média de R\$ 267,06 mês. A partir do início da operação do sistema solar fotovoltaico considerando que o consumidor irá produzir em todos os meses a demanda necessária para o próprio consumo sua fatura mensal de energia passa a ser de 50KWh/mês e conseqüentemente sua fatura média mensal será de R\$ 37,50. Diante das informações podemos deduzir que mensalmente o consumidor passará a ter uma economia de R\$ 229,56 mês, com base no valor economizado mensalmente serão necessários aproximadamente 5 anos ou exatos 64 meses para o retorno do investimento no sistema solar para a produção de eletricidade residencial.

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou entender o funcionamento da geração de energia fotovoltaica, além disso permitiu calcular a quantidade de energia produzida por um sistema solar fotovoltaico, bem como calcular os seus respectivos custos de obtenção e implantação, além disso permitiu também uma reflexão acerca do potencial de geração de um sistema fotovoltaico.

De um modo geral, o sistema solar fotovoltaico busca contribuir para a preservação do meio ambiente por se tratar de uma fonte de energia renovável e estimular a economia financeira ao consumidor residencial através da geração própria. A obtenção e instalação dos sistemas de geração própria segue aumentando ao longo dos anos devido ao avanço da tecnologia conseqüentemente vem havendo cada vez mais a diminuição dos custos de aquisição de um sistema de geração. O dimensionamento do sistema solar fotovoltaico foi efetuado e calculado obtendo desta forma os valores reais de instalação licenciamento e obtenção de um sistema gerador. Diante das informações obtidas foi possível inclusive realizar o cálculo de retorno de investimento em comparação com a economia baseada nos valores por KWh da concessionária local.

As pesquisas bibliográficas foram de fundamental importância para aprofundamento

do tema proposto, bem como uma importante fonte para construção do conhecimento técnico científico acerca da geração solar fotovoltaica. A pesquisa de campo a fim de identificar valores de referência para a obtenção do kit fotovoltaico também foi de extrema importância para que os resultados obtidos pudessem ser alcançados.

Dada a importância do tema, torna-se necessário o desenvolvimento de projetos voltados a energia solar fotovoltaica, visando aproximar e demonstrar para sociedade a importância deste sistema de geração, bem como as vantagens de se obter um sistema solar fotovoltaico.

Através da análise e interpretação dos dados coletados, podemos concluir que, através do dimensionamento e custos de implantação do sistema de geração de energia fotovoltaica para produção residencial, permite que outros engenheiros possam avaliar se a instalação de um sistema pode trazer ao consumidor residencial viabilidade econômica, embora ela seja a longo prazo, é uma alternativa de energia limpa e contribui para o meio ambiente de forma sustentável.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA-PIRES, Fernando D. de. **Por que é básica a pesquisa básica**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 505-506, dez. 1987. Disponível em

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1987000400013&lng=pt&nrm=iso

Acesso em 08/11/2020

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. UFRJ, 2008. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7372>

Acesso em 18/10/2020

CRESESB-CEPEL, **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:

http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf

Acesso em 08/11/2020

Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balço Energético Nacional 2020: Ano base 2019 / Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em:

[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf)

[abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf) Acesso em 11/11/2020

ITAIPU 2010. **Energia hidráulica in: Itaipu binacional**, 2010. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/energia-hidraulica>

Acesso em: 10/11/2020

JANNUZZI, G. De M. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro**. Campinas, SP: Energy Discussion Paper Nº 2.64-01/03, 2003. Disponível em: <http://www.iei-la.org/admin/uploads/reliei-2640103.pdf>

Acesso em 22/10/2020

MACHADO, C.; MIRANDA, F. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**: Uma breve revisão. Revista virtual de química. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1, p. 126-143, 14, out. 2014. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664>
Acesso em 18/10/2020

PENA, R. F. A. **Energia termoeétrica**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>.
Acesso em 07 de outubro de 2020.

PRAÇA, F S.G. (2015). **Metodologias de Pesquisa Científica**: Organização Estrutural e os Desafios para Redigir o Trabalho de Conclusão. Revista Eletrônica “Diálogos Acadêmicos”, 8 (1), 72-87. <https://www.researchgate.net/> Acesso em 07/10/2020.

RUTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil, 2004, disponível em http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/livros/livro_edificios-solares-fotovoltaicos.pdf
Acesso em 29/09/2020

SOLAR 2020. *Energia Fotovoltaica* in: **Portal Solar**, 2014. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>
Acesso em: 05/11/2020

ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S. H. F. D. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012