

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA

ROBERTO GABRIEL RODRIGUES DO NASCIMENTO

**ESTUDO DE CASO SOBRE BENEFÍCIOS E ANÁLISE DE DADOS SOBRE A
UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM UMA RESIDÊNCIA DOMICILIAR**

**Recife - PE
2023**

ROBERTO GABRIEL RODRIGUES DO NASCIMENTO

**ESTUDO DE CASO SOBRE BENEFÍCIOS E ANÁLISE DE DADOS SOBRE A
UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM UMA RESIDÊNCIA DOMICILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Brasileiro como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel.

Orientador: Janilson Alves Ferreira

**Recife - PE
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

N244e Nascimento, Roberto Gabriel Rodrigues do.
Estudo de caso sobre benefícios e análise de dados sobre a utilização
de energia solar em uma residência domiciliar/ Roberto Gabriel Rodrigues
do Nascimento. - Recife: O Autor, 2023.

12 p.

Orientador(a): Janilson Alves Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

Inclui Referências.

1. Fotovoltaico. 2. Energia solar. 3. Economia. I. Centro Universitário
Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 624

Ao mágico do universo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação.

Ao meu orientador Janilson Alves, é com muita admiração e carinho que gostaria de expressar todo meu agradecimento ao mesmo por tudo que foi feito por mim nessa jornada.

Gostaria de agradecer também a minha namorada Maria Eduarda, que foi peça fundamental nessa jornada, se mostrou ser uma companheira incrível, me apoiando e me incentivando a todo momento. Agradeço também aqueles que me passaram por minha vida e me ajudaram direta e indiretamente.

E por último gostaria de agradecer aos meus pais Roberto Agostinho e Edilania Rodrigues, Deus não poderia ter me concedido família melhor, nunca me deixaram desistir de nada, são importantes na minha formação acadêmica e na minha vida pessoal, sem eles eu não seria nada, Obrigado por tudo.

“A natureza usa a energia solar a milhares de anos, e bem usada, só a raça humana ainda não conseguiu usar em toda sua possibilidade.”

Cello Vieira

RESUMO

À medida que a população cresce, a necessidade de energia aumenta. Uma forma sustentável de produção de energia é a melhor escolha porque provém de fontes renováveis, os combustíveis fósseis não se esgotam e causam impactos ambientais, um deles é a geração de energia solar. Com a ajuda de pesquisas é possível obter os resultados necessários para determinar o benefício financeiro da instalação de um sistema de energia solar. A utilização da energia solar, que é abundante todos os dias em muitos locais com o privilégio de receber radiação solar, convertendo-a em electricidade para as necessidades diárias, a utilização de painéis solares, a geração de energia através de um sistema gerador ligado à rede (On- Rede comercial de distribuição Este artigo apresenta um método que utiliza análise bibliográfica dos métodos de rede para medir o sistema de energia solar conectado e medir sua viabilidade financeira e lucratividade. As análises e informações relacionadas à otimização da produção de energia foram enfatizadas na dimensão do sistema e em um método de cálculo simplificado. O SFVCR neste trabalho conseguiu cobrir integralmente o consumo médio do apartamento. ROI estimado de aproximadamente 3 anos e 5 meses após implantação do sistema e rentabilidade de 26,70%. A análise do payback é muito satisfatória, pois ficou abaixo da média das empresas, fabricantes e fornecedores de equipamentos fotovoltaicos avaliados.

Palavras-Chave: fotovoltaico. Energia solar. Economia.

ABSTRACT

As the population grows, the need for energy increases. A sustainable form of energy production is the best choice because it comes from renewable sources, fossil fuels do not run out and cause environmental impacts, one of them is solar energy generation. With the help of research it is possible to obtain the necessary results to determine the financial benefit of installing a solar energy system. The use of solar energy, which is abundant every day in many places with the privilege of receiving solar radiation, converting it into electricity for daily needs, the use of solar panels, the generation of energy through a generator system connected to network (On- Distribution commercial network This article presents a method that uses bibliographic analysis of network methods to measure the connected solar energy system and measure its financial forecast and profitability. The analyzes and information related to the optimization of energy production have been emphasized in the size of the system and in a simplified design method. The SFVCR in this work managed to fully cover the average consumption of the apartment. Estimated ROI of approximately 3 years and 5 months after system implementation and profitability of 26.70%. The payback analysis is very guaranteed, as it was below the average of the evaluated companies, manufacturers and suppliers of photovoltaic equipment.

Keywords: photovoltaic. Solar energy. Economy.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Placas solares
- FIGURA 2 Sistema de energia fotovoltaica
- FIGURA 3 Foto aérea da residência
- FIGURA 4 Foto frontal da residência

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CD	Custo de Disponibilidade
CM	Consumo Mensal
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FP	Fator de Perda
GDM	Geração Diária Média
GI	Geração Ideal
kW	kilowatt
kWh	kilowatt-hora
NR	Norma Regulamentadora
PLS	Projeto de Lei do Senado
ProGD	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica
PWM	Pulse – Width -Modulation
Si	Silício
SIN	Sistema Interligado Nacional
SFVCR	Sistema Fotovoltaico ligado à rede
TIR	Taxa Interna de Retorno
Wp	Watt-pico
Σ	Somatório
\cong	Igual aproximado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISASÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	12
2.1.1 RADIAÇÃO SOLAR:COMO CAPTAR E CONVERTER.....	12
2.1.2 EFEITO FOTOVOLTAICO	13
2.1.3 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.....	13
2.1.3.1 CELULAS DE SILÍCIO MONOCRISTALINOS.....	14
2.1.3.2 CELULAS DE SILÍCIO POLICRISTALINOS	14
2.2 INVERSOR	15
2.3 MEDIDOR BIDIRECIONAL.....	15
2.4 SISTEMA FOTOVOLTAICO LIGADO A REDE ELÉTRICA	16
3 METODOLOGIA	17
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	18
4 ESTUDO DE CASO.....	18
4.1 APRESENTAÇÃO DE DADOS DO DOMICILIO	18
4.7 RESULTADOS.....	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é uma das muitas formas de energia mais eficaz e que mais se adaptam às necessidades da modernização no mundo atual. A sua utilização está popularizada que dificilmente se não tem uma sociedade tecnologicamente avançada que não faça o seu uso em 2 grande escala. Afirma-se que todo o sistema tecnológico, com exceção feita em grande medida ao transporte, está baseado na eletricidade (Bittencourt, 2011).

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

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

Contudo Cabral & Vieira (2012) Recentemente, a EPE (Maio, 2013) divulgou que o consumo de energia elétrica na classe residencial apresentou um aumento do valor de 6,2%, essa elevação se dá em função da existência de um mercado aquecido nos últimos anos pelo consumo de energia elétrica, que contribui no estímulo a aquisição de aparelhos elétricos e no maior consumo de energia. De acordo Braga (2005) as fontes renováveis provem direto ou indiretamente da energia solar, ou seja, há usos dessas fontes como a geração de energia elétrica por meios de células solares, sendo o sol o fornecer dessa energia, durante o dia que conduz a um grande aumento da oferta energética.

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

De acordo Porto (2007) o Brasil possui pontos favoráveis para a geração de energia solar fotovoltaica, também possui regiões favoráveis com climas tropicais, propícios para

implantação dessa tecnologia, ou seja, vai melhorar o cenário ambiental e social, considerável economicamente para o consumidor no âmbito domiciliar com a participação ativa do uso racional da energia melhorando o orçamento familiar.

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

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

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

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

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizado neste trabalho, pesquisas e referenciais teóricos sobre a utilização da energia solar e seus benefícios. Serão analisadas pesquisas em literaturas, e discussões sobre sua função e atribuição como uma forma de geração de energia de maneira sustentável.

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O uso de energia elétrica é cada vez mais constante na vida das pessoas. A busca por novas formas de se obter energia elétrica, se tornam cada vez mais constantes. Uma das maneiras de se obter energia, de forma renovável é captando recursos solares. A energia solar fotovoltaica, é basicamente, a transformação de energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Para VILLALVA (2012), os sistemas fotovoltaicos captam diretamente a luz solar e produz corrente elétrica. Essa corrente, posteriormente, é coletada e passa por diversos processos entre dispositivos que fazem controles, e conversores, podendo ser armazenada em equipamentos, ou, podendo ser utilizada de forma direta na rede de distribuição.

2.1.1 Radiação Solar: como captar e converter

Uma das maneiras de se obter energia elétrica, é captando a radiação solar provida do sol. O sol é uma imensa esfera de gás incandescente, e que a partir de reações termonucleares, gera energia. (Rampinelli,2010). A radiação solar é uma forma de energia propagada pelo Sol, a qual é dispersa por todas as direções no espaço como forma de ondas eletromagnéticas. A radiação solar possui características bem singulares, bem como sua grande dispersão e como consequência possui baixa densidade e sua variabilidade no tempo. Características fundamentais e com relevante importância para o aproveitamento ao máximo da energia provida do sol. (Rampinelli, 2010).

O Sol fornece anualmente, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia. Trata-se de um valor considerável, correspondendo a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Este fato vem indicar que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia (térmica, elétrica, etc.). (Creseb,2008. p 4).

Conforme afirmação de CRESESB, nota-se que o Sol tem papel fundamental na manutenção na vida no planeta Terra, como apresentado na figura 1, bem como tratando-se de fonte de energia renovável, há a necessidade de captá-la e convertê-la para outra forma de energia.

Figura 1



Fonte: NEOSOLAR. Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e seus Componentes

2.1.2 Efeito fotovoltaico

O efeito fotovoltaico foi descoberto por Edmond Becquerel, um físico que no ano de 1839, constatou que determinados materiais, quando expostos à luz, geravam uma pequena quantidade de corrente elétrica.

A melhor maneira de se obter a energia solar fotovoltaica, é através de dispositivos chamados de células fotovoltaicas, que captam a radiação solar e convertem em eletricidade. São constituídas de materiais semicondutores, tendo como principal material o Silício. Essa transformação de energia solar em eletricidade ocorre através do efeito fotovoltaico (Cresesb, 2006).

2.1.3 Células fotovoltaicas

Uma célula fotovoltaica é um dispositivo elétrico, cuja estrutura é composta por duas camadas de materiais semicondutores dos tipos N e P, acoplado a uma grade de coletores metálicos e uma base metálica para fixação. Este equipamento, possui uma camada de material antirreflexivo para ajudar na absorção de energia solar. Podem ser produzidas em diferentes

materiais, sendo as mais básicas constituídas de Silício (Si) monocristalino, policristalino ou amorfo (Villalva,2014)

2.1.3.1 Célula de Silício Monocristalino

A célula monocristalina é produzida a partir do mineral quartzo, que se encontra em abundância na crosta terrestre. Entre as células fotovoltaicas que utilizam o silício como matéria prima, as células monocristalinas são as que apresentam melhor eficiência energética podendo chegar de 15% a 18% de eficiência. Em seu processo de produção, há a busca pela pureza do silício, na qual existe um desempenho eficaz no seu desenvolvimento (Ramos, 2006)

As células monocristalinas são produzidas por processo de extração de lingotes de silício a partir do mineral quartzo. Os lingotes passam por processos de serragem e, logo em seguida, são fatiados. Essas fatias são submetidas ao método de dopagem no qual são criadas as camadas P e N, as quais dão as propriedades fotovoltaicas (Ramos, 2006)

2.1.3.2 Célula de Silício policristalino

A célula de silício policristalina possui em sua fabricação a mesma ideia de processo da célula de silício monocristalina, referenciado acima. A principal diferença de processo encontra-se na diferença de temperatura aplicada ao quartzo, para obtenção do silício monocristalino em relação ao silício policristalino. Outra diferença, está na junção das fatias que apresentam cristais com dispersão de orientação, e tamanhos.

Por apresentar menores rigores de controle, bem como um menor sua fabricação a célula policristalina demonstra um percentual menor de rendimento energético, podendo chegar até 12,5% na sua eficiência. A dispersão junção das fatias, bem como a apresentação dos cristais com dispersão de orientação, e tamanhos diferentes (Ruther, 2004)

2.2 INVERSOR

As células realizam o processo de captação de energia solar em corrente contínua (CC). Porém, nas residências, é necessária a utilização de energia em corrente alternada (CA) O dispositivo eletrônico capaz de fazer esse investimento CC em CA é conhecido como inversor O dispositivo eletrônico capaz de fazer esse investimento CC em CA é conhecido como inversor

Os conversores CC -CA são conhecidos como inversores. A função de um inversor é alterar uma tensão de entrada CC e transformá-la em uma tensão de saída CA simétrica, com amplitude e frequência desejadas. A tensão de saída pode ser fixa ou variável em uma frequência fixa ou variável. Uma tensão de saída variável pode ser obtida pela variação da tensão de entrada CC, mantendo-se o ganho do inversor constante. Por outro lado, se a tensão de entrada CC for fixa e não controlável, uma tensão de saída variável pode ser obtida pela variação do ganho do inversor, o que normalmente é conseguido com o controle da modulação por largura de pulso (pulse -width-modulation — PWM) no inversor. (Rashid,2014. p 242 a 243.).

Dispositivo eletrônico destinado a promover a interação com o sinal senoidal da variação de corrente alternada presente na rede da concessionária Foi projetado para funcionar como uma rede e possui comportamento como de uma unidade de controle do sistema fotovoltaico on-grid.

2.3 MEDIDOR BIDIRECIONAL

Um dos componentes mais importantes de um sistema fotovoltaico conectado à rede é o medidor bidirecional, que mede e contabiliza a quantidade de energia elétrica consumida pela residência, bem como a quantidade de energia gerada e injetada na rede de distribuição . unidade de medida é kW /h. Está disponível em formato analógico e digital.

Existem características fundamentais sobre os medidores bidirecionais, que são as seguintes :metros, que são os seguintes: qualquer fase e neutro, ou quando conectado entre duas fases (sem a presença do neutro), o medidor deverá funcionar. Se houver falta de energia, as informações dos registradores não devem ser perdidas , pois devem possuir memória não volátil. A principal tampa possui fechamento solidário ao pé do metro ;tem fechamento solidário ao pé do metro ; O restante das características estão dentro dentro dos deparâmetros da NBR 14519 .os parâmetros da NBR 14519.

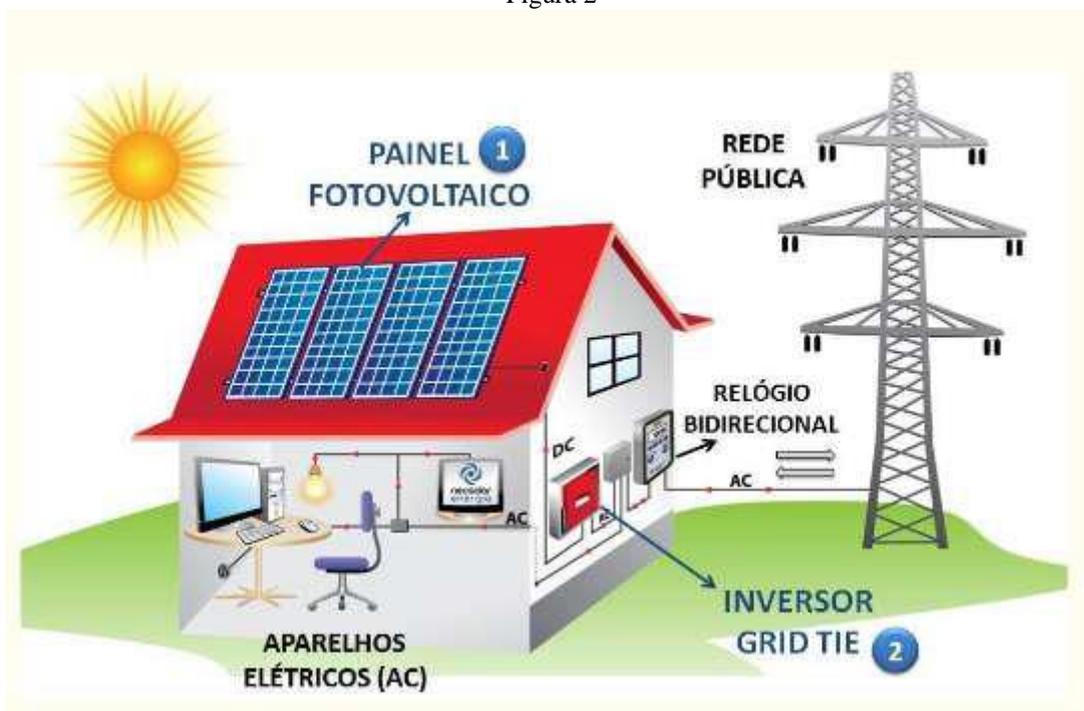
2.4 SISTEMA FOTOVOLTAICO LIGADO À REDE ELÉTRICA

Em 2012, a AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) definiu uma Resolução Normativa Nº 482, na data de 17 de abril de 2012, que possibilitava a conexão de sistemas fotovoltaicos junto à rede de distribuição da concessionária, podendo ser consumida ou inserida na rede elétrica. Nesta Resolução, foram feitas definições de microgeração e minigeração distribuída, com correspondência nas potências iguais ou inferiores a 100kW, e superiores a 100kW até 1MW, respectivamente.

O SISTEMA FOTOVOLTAICO LIGADO À REDE ELÉTRICA, comumente chamado de (SFVCR), são utilizados em lugares onde há rede elétrica fornecida pela concessionária. Tem como finalidade o funcionamento como usinas geradoras, tendo suas ligações em paralelo com as redes de distribuição das concessionárias, e serve como redução ou eliminação do consumo de energia da rede pública, conforme figura 6. A energia produzida pelos sistemas fotovoltaicos, é consumida pela unidade consumidora, ou, é injetada para a rede elétrica da concessionária para que outros consumidores da rede de distribuição pública possam usufruir, fazendo assim a dispensa do uso de baterias, ou acumuladores. (SALAMONI, 2009).

A figura 2 representa todos componentes presentes em um sistema solar fotovoltaico conectado à rede (SFVCR), e suas finalidades.

Figura 2



Fonte: NEOSOLAR. Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e seus Componentes

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será discriminado o conjunto de decisões e ações que quanto à escolha das metodologias e técnicas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, embasando-se em dados, estatísticas e bibliografias.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é de caráter exploratório, partindo assim para a parte analítica do objeto estudado.

As pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. Pode-se afirmar que a maioria das pesquisas realizadas com propósitos acadêmicos, pelo menos num primeiro momento, assume o caráter de pesquisa exploratória, pois neste momento é pouco provável que o pesquisador tenha uma definição clara do que irá investigar. (GIL, 2010, p. 27).

Quanto aos procedimentos adotados para o desenvolver do trabalho refere-se como pesquisa bibliográfica, pois é composta de pesquisa em materiais, no emprego de literaturas como livros, artigos científicos, revistas, teses, para tratar de maneira mais sucinta os assuntos abordados na pesquisa, como placas solares fotovoltaicas, seus rendimentos, composições, bem como a legislação vigente para o seu uso. Referindo-se ao método, será em estudo de caso, por se tratar de uma verificação de viabilidade do uso em uma residência unifamiliar, na qual está instalada o conjunto de placas solares, sendo assim, verifica-se que é o método ideal. Em referência a abordagem, será uma pesquisa quantitativa, pois está relacionada com a generalização em relação ao objetivo final mensurável, sendo uma pesquisa com ideia racional e com quantificação. Ou seja, é definida com ideias de rigor, precisão e objetividade. (Bicudo (2004, p. 104) apud Leonel; Motta (2007, p. 106))

Desta forma, serão analisados critérios para o desenvolver da pesquisa, tendo como embasamento: análises de dados sobre a viabilidade do projeto, geração de gráficos e tabelas para uma melhor compreensão, discussão de resultados e conclusões sobre a pesquisa.

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

Serão utilizadas as seguintes metodologias de pesquisa para a coleta dos dados utilizados no estudo, sendo elas: visitas técnicas na residência; análise das faturas de energia elétrica providas da concessionária, elaborando tabelas com somatórios totais e médias simples dos dados; elaboração de gráficos quantitativos 33 referente ao consumo de energia pré e pós instalação do sistema solar fotovoltaico, gerados no programa *excel*; visitas técnicas em empresas especializadas, para esclarecimento de dúvidas referentes aos procedimentos e valores obtidos; bem como análises sobre os incentivos ao uso de energias renováveis em residências.

4 Estudo de caso

Por se tratar de um método de pesquisa que aborda um assunto específico, no qual permite aprofundar o conhecimento sobre o tema, fazendo assim a possibilidade de criar subsídios para novas pesquisas sobre o assunto em questão.

4.1 Apresentação de Dados do Domicílio

O objeto da pesquisa, a residência que sofrerá o estudo de caso, está localizada na rua Pradínia, número 03, no bairro Curado, que se situa na cidade Recife, Pernambuco - PE, CEP: 0940-330. A figura apresenta a localização da residência pela vista superior da residência.



O domicílio em análise, apresenta área construída de 180 metros quadrados (m^2), e sua fachada é voltada para o nordeste. Podemos identificar a instalação das placas solares na parte superior a direita, no telhado, conforme figura 8.

Figura 4



Fonte: CRESESB. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, 2014. p. 69

A localização da residência, apresenta dados de irradiação solar diária conforme tabela 1, retirada do aplicativo Potencial Solar – SunData v 3.0, fornecido pela CRESESB, onde apresenta os índices de irradiação solar diários, média anual, e delta (maior valor menos menor valor, referente a meses).

4.7 Resultados

Com embasamento teórico, e cálculos definidos, o estudo de caso apresentou valores para uma demanda de energia pela residência em estudo. Pelos cálculos apresentados, a residência apresentou, nos 15 meses antecedentes ao sistema fotovoltaico, um consumo médio de 262,67 kWh/mês, com custo médio de R\$ 253,62.

Por análise técnica, para satisfazer a demanda calculada, era necessário o uso de 5 placas solares de 450 Wp, com energia gerada por cada placa de 57,5 kWh diariamente, com potência total do sistema em 2,04 kWp.

Porém, no estudo apresentado, a demanda aumentou devido ao acréscimo de consumo de energia por parte do proprietário da casa, fazendo assim uma alteração nos valores estudados. A quantidade de placas teve que sofrer um acréscimo de 100% em sua quantidade (de aproximadamente 4,5 placas, para 9), a potência total do sistema foi aumentada para 4,05 kWp (aumento de 100%), a abrangência do consumo médio foi recalculada, e estudada pelo valor médio de 444,20 kWh/mês, e as placas continuaram com as mesmas configurações do estudo teórico.

Para atender a nova demanda, bem como ter geração de créditos para a compensação em meses onde a geração for menor (inverno), e ter crédito para um futuro consumo, o dimensionamento foi realizado com projeções futuras e para satisfazer a necessidade de ter a própria geração e não só depender da rede elétrica da concessionária.

A casa consome 262,67 kWh/mês e cada painel instalado tenha 450Wp de potência, sendo que a irradiação dos raios solares é de 5kWh com uma perda de 25%. Desse modo, teremos a geração de energia por painel igual a 1,31kWh por dia. Vejamos:

- Fórmula — [Potência do painel X Irradiação (1 – Percentual de perda)];
- $[450 \times 5 \times (1 - 0,25)]$;
- $1.687,5 \times 0,75 = 1,31$;
- $1,26 \times 30 = 37,96 \text{ kWh/mês}$.

O imóvel consome 262,67 kWh/mês e cada painel gera 37,96kWh/mês. Então, divide-se o valor de consumo pela quantidade produzida e obtém-se $262,67/37,96 = 6,92$. São necessários pelo menos 7 painéis para produzir energia solar para as demandas da residência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a intuição de fazer uma análise crítica sobre a viabilidade de um sistema solar fotovoltaico residencial, como forma de geração de energia e que, suprisse a demanda dos residentes, foi proposto neste trabalho de conclusão de curso, a análise de tudo o que envolve o projeto de engenharia, desde seu dimensionamento, até análises de dados referentes a taxaço de energia, quantitativos e gráficos de

consumo. Mediante análises dos dados obtidos, juntamente com os cálculos do dimensionamento, o investimento em um sistema fotovoltaico, bem como sua taxa de retorno, conclui-se que o projeto é viável e tem rentabilidade rápida.

Fazendo um investimento de R\$ 16.750,00 para a aquisição dos componentes do sistema, sendo eles: os módulos fotovoltaicos, acessórios do sistema, mão de obra, a potência total instalada será de 4,05 kWp distribuídas em 09 módulos. A capacidade de geração anual, no primeiro ano, é de 5.570 kWh, resultando em uma economia inicial de R\$ 4.473,10.

O tempo de retorno do investimento está estipulado em 3 anos e 5 meses, o que é esperado, pois está dentro dos padrões do sistema de energia fotovoltaica, considerando o pagamento do projeto à vista.

Outra análise que temos que considerar é o tempo de duração do sistema, que tem como média de 25 anos de vida útil, sendo capaz de proporcionar uma economia nas faturas. Tratando-se de uma residência de padrão médio, possui um baixo consumo em relação a outros domicílios.

Portanto, o sistema de geração de energia solar fotovoltaico conectado à rede, torna-se uma opção viável devido ao seu custo baixo, bem como sua rentabilidade e rápido retorno, visando também, o cenário atual do país.

REFERÊNCIAS

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº482. 2012. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> >
Acesso em: 21 out. 2023.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 687. 2015. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf> >
Acesso em: 21 out. 2023.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Por Dentro da Conta de Energia. 2018. Disponível em:
<https://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Por%20Dentro%20da%20Conta%20de%20Luz_pdf.pdf>. Acesso em: 09 nov, 2023.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sobre Bandeiras Tarifárias. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/ptbr/>>

assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias> Acesso em: 09 nov. 2023.

CENTRAL SOLAR. Entenda o que é uma Célula fotovoltaica. Disponível em: <<https://www.centrsolar.net.br/blog/entenda-o-que-e-uma-celula-fotovoltaica-26.html>> Acesso em: 11 nov. 2023.

CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Energia Solar - Princípios e Aplicações. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em 14 out, 2023.

CRESEBS, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Manual Solar. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf> Acesso em: 25 out. 2023.

CRESEBS, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Energia Solar Fotovoltaica. 2008. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=321> Acesso em: 25 out. 2023.

CRESEBS, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Componente de um sistema fotovoltaico. 2008. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=341> Acesso em: 15 nov. 2023.

CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2014.

CRESEBS, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. 2015. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&catid=91>. Acesso em: 14 nov. 2023.