

**Faculdade Impacto de Porangatu - FIP
Departamento de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso**

Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Residência Unifamiliar

Porangatu-GO
2024

**GABRIELLY BRANDÃO FELICIANO
PAMELA BRANDTNER**

Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Residência Unifamiliar

Artigo apresentado como requisito Trabalho
de Conclusão de Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Impacto de Porangatu – FIP

Orientador (a): Prof. (a) Esp. LEONARDO
BORGES TAFFAREL

Porangatu-GO
2024

**GABRIELLY BRANDÃO FELICIANO
PAMELA BRANDTNER**

Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Residência Unifamiliar

Artigo apresentado como requisito Trabalho
de Conclusão de Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Porangatu-GO, 10 de maio de 2024

Banca Examinadora

Prof. LEONARDO BORGES TAFFAREL
Orientador

Prof. (a) ZILDA MARIA LEVERGER VASCOCELOS PIERRE
Examinador

Prof. (a) JONATHAS OLIVEIRA MORAES
Examinador

Implantação De Sistema Fotovoltaico Em Residência Unifamiliar

Gabrielly Brandão Feliciano¹

Pamela Brandtner²

Prof. Leonardo Borges Taffarel¹

Resumo

O desenvolvimento de uma sociedade depende diretamente das fontes de energia. Com o crescente aumento populacional estas fontes têm se tornado cada vez mais escassas, pois advém de fontes não renováveis. Neste sentido, este estudo tem por objetivo analisar os tipos de sistema de geração de energia elétrica através da radiação solar, sendo este um modelo de geração de energia, particular, não dependente da energia produzida pelas concessionárias.

Os sistemas fotovoltaicos são compostos basicamente por painéis solares e inversores de frequência, dentre outros componentes elétricos, o objetivo principal da energia fotovoltaica é o desenvolvimento da sustentabilidade e a redução das tarifas cobradas pelas concessionárias de energia elétrica do Brasil. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a produção de energia fotovoltaica ao longo dos anos, especificamente de residência em Porangatu-GO utilizando os dados fornecidos por uma empresa de energia da região, analisando o seu custo de instalação e potencial retorno financeiro ao longo do tempo.

Palavras-chave: Energia renovável, Energia fotovoltaica e Geração de energia.

Abstract

The develop of a Society directly depends of the energy sources, With the growing population increase these sources have become increasingly scarce because They came from non-renewable sources.

Photovoltaic systems are basically composed of parente solar panels in version of Frequency, among others eletrical componentes, the mainly objective of photovoltaic energy is the develop of the susteinable and the reduction of the tariffs charged by the of the electrical energy dealerships from Brazil. The main objective of this work aims to evaluate the production of photovoltaic energy over the Years specifically in residence in Porangatu-GO using the datas provided by na energy company in the region, analyzing your installation custs and potencial financial return over time.

Keywords: Remewable energy, Photovoltaic emergy and Emergy generativos.

¹Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Impacto de Porangatu - FIP.
E-mail: gabriellybrandaofeliciano@gmail.com

²Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Impacto de Porangatu - FIP.
E-mail: pamelabrandtner1203@gmail.com

¹Especialista em Engenharia Civil da Faculdade Impacto de Porangatu - FIP.
E-mail: leonardobtaffarel@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica tem uma grande importância para as sociedades nos tempos atuais, a maioria da população utiliza a energia elétrica no funcionamento de estabelecimentos comerciais, casas, hospitais e escritórios, para alimentar eletrodomésticos como geladeiras, ar condicionado, forno, chuveiro, bombas, luzes, etc.

A necessidade de usinas geradoras para suprir a crescente demanda por energia elétrica é um desafio contínuo. No contexto do Sistema Elétrico Brasileiro, a fonte predominante no atendimento da maior parte dessa demanda: é a hidroelétricas. Entretanto, essa fonte enfrenta desafios significativos, as hidroelétricas são vulneráveis à estiagem e têm impactos ambientais consideráveis.

Uma alternativa viável às fontes tradicionais de energia é a geração fotovoltaica, que utiliza a radiação solar para produzir eletricidade. A energia solar fotovoltaica tem se mostrado cada vez mais promissora à medida que a relação custo-benefício melhora. O interesse global por essa tecnologia impulsionou avanços significativos no design e na fabricação de painéis solares.

No entanto, é importante observar que a produção de energia fotovoltaica ainda enfrenta um desafio substancial. Apenas uma fração relativamente pequena da radiação solar que atinge a Terra é efetivamente convertida em energia elétrica. Essa ineficiência é um obstáculo que precisa ser superado para explorar plenamente o potencial da energia solar como fonte limpa e sustentável. A energia solar está entre as melhores opções de geração de energia renovável e sustentável. Os sistemas fotovoltaicos tem um grande potencial, segundo o ALTAS BRASILEIRO DE ENERGIA (2017). O Brasil recebe diariamente uma incidência entre 4.444 a 5.483 Watt/hora por metro quadrado. Além disso, no ano de 2023 os custos dos insumos para a instalação de energia solar apresentaram uma baixa no preço de instalação, tornando mais atrativos ao consumidor. O local menos ensolarado do país pode gerar mais energia do que o lugar mais ensolarado da Alemanha, que é um território líder no consumo de luz por meio de sistemas fotovoltaicos. O Brasil está entre os 8 países com maior geração de energia solar do mundo.

O presente trabalho visa demonstrar a redução de custos no consumo de energia, através de implantação de um sistema fotovoltaico em residências unifamiliares.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre o sistema fotovoltaico, recorrendo a diversas fontes, incluindo artigos, livros, periódicos e sites especializados. No decorrer desta pesquisa, houve coleta de informações relevantes sobre o estado atual da matriz energética no Brasil, bem como dados sobre a produção e consumo de energia elétrica no país.

Em seguida, conduziu-se uma análise sobre a produção e distribuição de energia, destacando seus pontos importantes e implicações relacionadas para o setor. Além disso, foi examinado o uso da tecnologia fotovoltaica em diversas regiões do mundo e identificada as condições naturais favoráveis existentes no Brasil, a qual tornam possível a implantação de sistemas fotovoltaicos.

Por fim, se apresenta um estudo de caso em que se desenvolve um modelo habitacional que integra a tecnologia de energia solar para promover o uso racional e eficiente da energia elétrica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A necessidade de aumentar a capacidade de geração de energia elétrica é uma demanda constante no Sistema Elétrico de Potência Brasileiro. De acordo com a ENEEL 2021, atualmente, as principais fontes de geração de energia incluem as hidroelétricas com potência de 109,8 GW, que enfrentam desafios durante períodos de estiagem e têm impactos ambientais significativos, e as termelétricas com potência de 46,2 GW, que queimam combustíveis fósseis, contribuindo para a emissão de poluentes atmosféricos.

Para a ABSOLAR (2021), a energia solar mostra o potencial de crescimento do setor. “Isso confirma não só o potencial enorme que o Brasil tem para a geração solar fotovoltaica, mas também o desejo do consumidor brasileiro de gerar a própria energia, não só economizando na conta de luz, mas também fazendo sua parcela, para ajudar com o desenvolvimento sustentável do país”, disse. A energia fotovoltaica corresponde a 14,3% da energia gerada do Brasil. Essa tecnologia tem se mostrado cada vez mais atrativa devido à sua crescente relação custo-benefício.

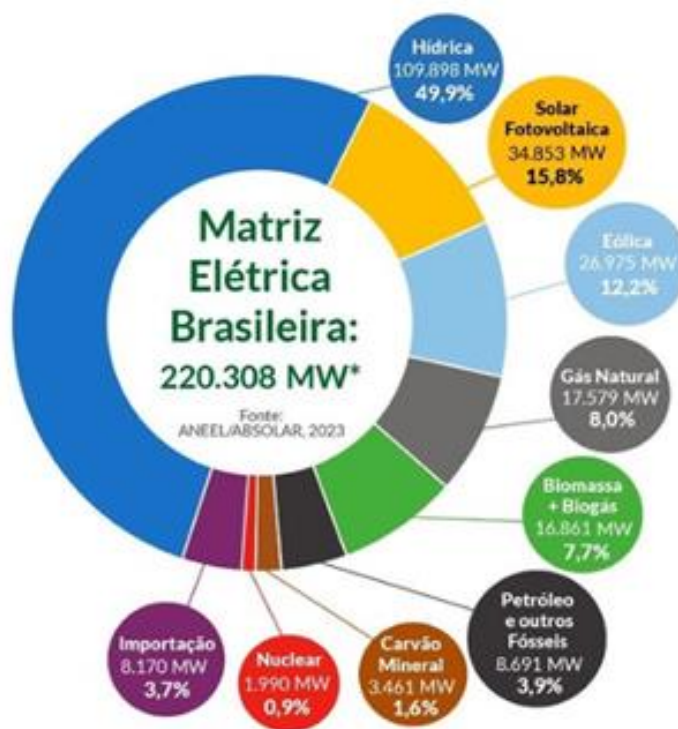
O crescimento da energia solar entre 2022 a 2023 apresentou aumentos significativos, veja nas figuras 1 e 2 a demonstração do crescimento da energia solar no último ano.

Figura 1 – Distribuição de geração elétrica no Brasil final de 2022



Fonte: ANEEL 2023

Figura 2– Distribuição de geração elétrica no Brasil final de 2023



Fonte: ANEEL 2023

3.1 Fontes Renováveis

Fontes renováveis de energia são aquelas que não têm limite de disponibilidade e que provém de recursos naturais como água, sol, vento, maré e biomassa, para produzir energia limpa e sustentável. Entre elas podemos citar:

Energia Biomassa: a qual utiliza matéria de origem vegetal para produzir energia. Exemplo: bagaço de cana de açúcar, palha de arroz, óleos vegetais, etc.

Energia Eólica: turbinas eólicas ou aerogeradores captam a energia do vento e a transformam em eletricidade. São instaladas em locais com ventos constantes.

Energia Hidrelétrica: resultante da força potencial criada pelo curso das águas e pelos desníveis dos rios, essa energia é transformada em mecânica, girando turbinas que são acopladas no gerador, a qual é transformada em energia elétrica.

Energia Solar Térmica: conversão de energia solar, com o auxílio de coletores ligados entre si, os quais captam energia solar para conversão em energia térmica, resultando no aumento da temperatura da água que se escoar através do sistema.

Energia Solar Fotovoltaica: se baseia na transformação de radiação solar em eletricidade, através de um material semicondutor que é fundamental nesse processo de conversão.

No Brasil, as usinas hidrelétricas suprem a maioria do consumo de energia elétrica. Contudo, tal modalidade fere o ecossistema com os alagamentos próximos aos rios. Devido a esse fator, busca-se, cada vez mais, alternativas de energia que não degradem o meio ambiente e que minimizem os efeitos negativos.

Nessa medida, fica evidente que o futuro do Brasil e do planeta exige uma revolução energética, sendo que uma matriz elétrica renovável apresenta benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Com a atual legislação a respeito da compensação de energia e a favorável localização do Brasil em relação a insolação, este trabalho foi direcionado para estudo da energia fotovoltaica.

3.2 Energia Solar Fotovoltaica

A Energia Solar Fotovoltaica (ESF) é alcançada através da conversão direta da luz do sol em eletricidade, denominada Efeito Fotovoltaico. Descrito pelo físico francês Edmond Becquerel, em 1839, esse efeito é caracterizado pela presença de diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, gerada pela absorção da luz solar, ou seja, durante a interação dos raios solares com o material, há a liberação e transferência de elétrons que produz a diferença de potencial. A ESF é utilizada para geração de energia elétrica principalmente em residências com o intuito de substituir a energia fornecida pela concessionária ou cooperativa energética (SILVA, CARMO, 2017).

A forma de fornecimento e geração de ESF é dividida entre Energia Fotovoltaica Distribuída e Energia Fotovoltaica Centralizada. Segundo Bortoloto et al., (2017) há dois tipos de operações associados à geração distribuída: off-grid e on-grid (Figura 3). Já a operação Centralizada é caracterizada por uma usina ou parque solar de grande porte que fornece energia fotovoltaica para a rede elétrica (PEREIRA, 2019).

Os sistemas de operação off-grid são isolados e independentes da rede concessionária ou cooperativas, que usam baterias conectadas com o intuito de armazenar a energia captada. O sistema é composto por módulos de geração de energia (inversores e controladores de carga) e por módulos de armazenagem de energia (baterias). O controlador de carga é responsável por evitar o acúmulo excessivo de carga energética nas baterias, as baterias armazenam a energia remanescente e o inversor converte a corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA) (ALVES, 2019).

Figura 3: Modelos de sistemas de geração distribuída de energia solar fotovoltaica on-grid e off-grid



Fonte: Strom Brasil (2021)

Diferentemente do sistema off-grid, os sistemas on-grid são conectados à rede elétrica. Nesses tipos, o inversor converte as correntes CC em CA e sincroniza toda a geração com a rede pública. Sempre que houver um excedente de energia, este é enviada à rede convencional de distribuição pública, e o relógio medidor gira no sentido contrário gerando créditos para o consumidor (PEREIRA, 2019).

3.2.1 Funcionamento do sistema fotovoltaico

A incidência da radiação solar sobre as células fotovoltaicas provoca a excitação dos elétrons no material semicondutor por meio dos fótons de luz, dando origem à geração de eletricidade. Essas células fotovoltaicas são organizadas em conjunto para formar módulos fotovoltaicos ou painéis solares, constituindo o componente visualmente identificável nas coberturas de diversas instalações solares. A eletricidade gerada pelos painéis solares se apresenta na forma de corrente contínua (CC). No entanto, devido à predominância do uso de corrente alternada (CA) em dispositivos eletrônicos e na infraestrutura elétrica convencional, torna-se crucial empregar um inversor para converter a corrente contínua produzida pelos painéis solares em corrente alternada.

Figura 4 – Sistema de instalação



Fonte: Autor (2023)

A supervisão da quantidade de eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico é comumente realizada por meio de um medidor. Além disso, muitos sistemas incorporam um sistema de monitoramento que capacita os proprietários a acompanhar o desempenho do sistema em tempo real e ao longo do tempo. Algumas configurações de sistemas fotovoltaicos são projetadas para se conectar à rede elétrica convencional. Nessas circunstâncias, o excesso de eletricidade gerado pode ser reintroduzido na rede, frequentemente resultando na obtenção de créditos na fatura de eletricidade do proprietário. Esse tipo de configuração é conhecido como um sistema "grid-tie" ou "on grid".

Geração Compartilhada: Caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada (ANEEL REN 482 art. 2º inciso VII).

Geração Distribuída (GD): Centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas.

Grupo “B”: Grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV e subdividido nos seguintes subgrupos: (ANEEL REN 1000/2021 Art. 2º Inciso XXIV).

- Subgrupo B1 – residencial;
- Subgrupo B2 – rural;
- Subgrupo B3 – demais classes;
- Subgrupo B4 – Iluminação Pública

Microgeração distribuída: Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL REN 482 art. 2º).

Sistema de Geração Híbrido: Aquele que utiliza conjuntamente mais de uma fonte de energia, dependendo da disponibilidade dos recursos energéticos locais, para geração de energia elétrica. A opção pelo hibridismo é feita de modo que uma fonte complemente a eventual falta da outra.

Sistema Off- Grid: Se refere a sistemas de energia que operam de forma independente da rede elétrica convencional, muitas vezes utilizando fontes de energia renovável, como solar, eólica ou hídrica, combinadas com armazenamento de energia em baterias. Esses sistemas são autossuficientes e não estão conectados à rede elétrica principal.

3.3 Definições

Modulo fotovoltaica: é composto por 36 a 72 células de silício, utilizada na captura das luzes do sol transformando em energia elétrica fotovoltaica.

Inversor: Os inversores são circuitos estáticos que convertem potência corrente contínua (CC) gerado pelos módulos fotovoltaicos em potência corrente alternada (CA) com corrente, frequência ou tensão de saída desejada. O principal papel dos inversores fotovoltaicos nos sistemas de geração distribuída é garantir a segurança do sistema é entregar energia elétrica à rede de distribuição em CA, dentro de padrões de qualidade adequados. Isso requer, principalmente, o mínimo de distorção na forma de onda da corrente resultante na rede, ou seja, o mais aproximado possível da forma senoidal (POMILIO, 2015).

Micro inversor: Esse modelo faz a mesma função de inversor, de converter a energia gerada pelos módulos de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA). A diferença entre eles é, o máximo de módulos solar por micro inversor são 4 placas, enquanto o inverso pode ser conectado a séries maiores de módulos. Durabilidade de 25 a 30 anos.

Conjunto de módulos fotovoltaicos ou submódulos fotovoltaicos mecânica e eletricamente integrados, incluindo a estrutura de suporte, não inclui sua fundação, rastreador solar, controle térmico e outros elementos (ABNT NBR 10899:2013 item 3.11).

3.4 Passo a passo para financiar energia solar

O primeiro passo para obter o projeto de financiamento e solicitar o orçamento junto a empresa prestadora da instalação. Com o orçamento, basta leva-lo até uma instituição financeira e solicitar a entrada do financiamento para energia solar. Após a contratação do financiamento, os repasses dos valores são feitos diretamente para as empresas instaladoras e fornecedoras.

3.5 Vantagens e desvantagens da energia solar

Um sistema solar fotovoltaico possui mais de 25 anos de vida útil, gerando energia elétrica limpa, sustentável e de qualidade, sem prejudicar o meio ambiente. A tabela a baixo mostra algumas vantagens e desvantagens da energia solar.

Figura 5 – Tabela de vantagens e desvantagens

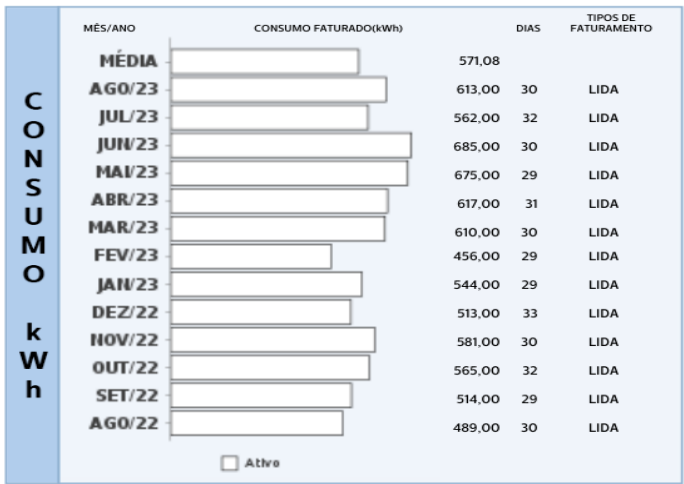
Vantagens da Energia solar	Desvantagens da Energia solar
A energia solar não polui, é renovável, limpa e sustentável	Alto custo de aquisição
Energia alternativa ao petróleo	Não gera energia à noite
A energia solar é silenciosa	Falta de Incentivos no Brasil
É uma fonte de energia gratuita	Sistema Anti-ilhamento
A energia solar fotovoltaica é o sistema de autogeração mais barato	
Necessidade mínima de manutenção	
Fácil de instalar e barata de manter	
Vida útil de mais de 25 anos, pagando-se em até 7 anos	
Economia de até 95% da conta de luz	
Queda de preços devido ao avanço da tecnologia	
Ocupa pouco espaço e valoriza o imóvel	
Placas solares são resistentes às intempéries	
Pode ser usada em áreas isoladas da rede elétrica	
Equipamentos fotovoltaicos podem ser reciclados	

Fonte: Autor (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo para implantação do sistema fotovoltaico, foi usado uma edificação com 160 m², de 3 quartos, 2 banheiros, cozinha, sala, área gourmet, garagem e despensa. A edificação está localizada no setor Cidade Jardim, na cidade de Porangatu-GO.

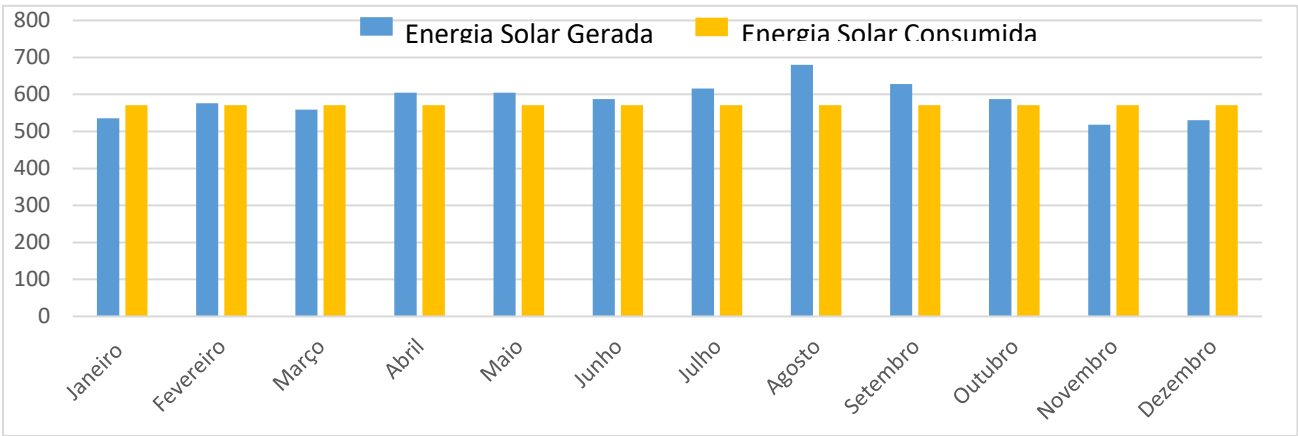
Figura 6 - Talão de energia



Fonte: Autor (2023)

Com base no consumo dessa residência, o sistema será composto por 8 módulos fotovoltaicos, capaz de gerar 576 kWh ao mês, cada módulo gera em média 72 kWh ao mês. Considerando as perdas e irradiação no local, o sistema deve fornecer, mês a mês, em média, a energia apresentada no gráfico a seguir:

Figura 7 – Gráfico de geração



Fonte: Autor (2023)

Figura 8 – Gráfico do payback estimado em 2 anos



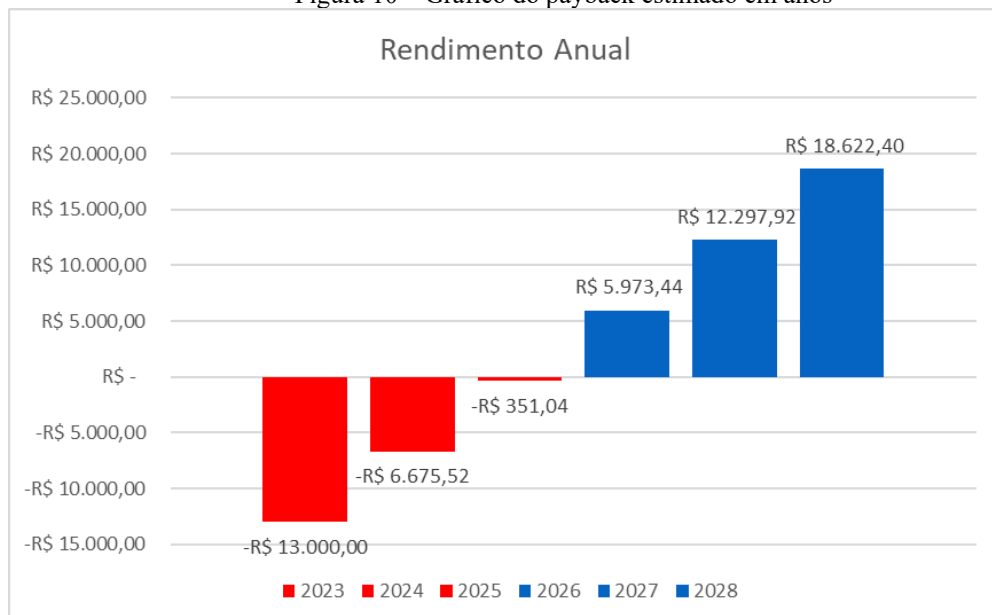
Fonte: Autor (2023)

Figura 9 – Payback estimado em mensal

Mês	Geração	Consumo	Pay Back	%	Valor
Janeiro	535,68	570	R\$ 482,11	0,93	-R\$ 12.517,89
Fevereiro	576	570	R\$ 518,40	1	-R\$ 11.999,49
Março	558,72	570	R\$ 502,85	0,97	-R\$ 11.496,64
Abril	604,8	570	R\$ 544,32	1,05	-R\$ 10.952,32
Maio	604,8	570	R\$ 544,32	1,05	-R\$ 10.408,00
Junho	587,52	570	R\$ 528,77	1,02	-R\$ 9.879,23
Julho	616,32	570	R\$ 554,69	1,07	-R\$ 9.324,54
Agosto	679,68	570	R\$ 611,71	1,18	-R\$ 8.712,83
Setembro	627,84	570	R\$ 565,06	1,09	-R\$ 8.147,78
Outubro	587,52	570	R\$ 528,77	1,02	-R\$ 7.619,01
Novembro	518,4	570	R\$ 466,56	0,9	-R\$ 7.152,45
Dezembro	529,92	570	R\$ 476,93	0,92	-R\$ 6.675,52
Economia			R\$ 6.324,48		

Fonte: Autor (2023)

Figura 10 – Gráfico do payback estimado em anos



Fonte: Autor (2023)

Com base no estudo feito com uma empresa integradora de energia solar, atuante na cidade de Porangatu-GO. Para essa geração estima-se o valor de 13 mil reais em investimento. Como analisado o tempo de retorno do investimento, que gira em torno de 4 a 5 anos, com podemos observar na figura 10, no nosso estudo de esse tempo foi menor, com o investimento trazendo os primeiros retornos financeiros depois do terceiro ano.

5 CONCLUSÃO

De forma sustentável, a energia solar não polui durante seu uso, apresenta a vantagem de ser uma energia limpa, não degradando grandes áreas e também é uma forma de energia renovável. Em países tropicais como no Brasil a energia solar é viável praticamente em todo território, além de ser excelente para lugares remotos ou de difícil acesso.

O trabalho de conclusão propôs um estudo de caso de um dimensionamento do sistema fotovoltaico residencial, visando responder questões sobre análise econômica, vantagens e desvantagens desse sistema de geração de energia, e assim decidiu-se analisar economicamente a implantação de um micro usina de geração de energia solar, tendo em vista que a mesma, teoricamente, nos traria os resultados almejados.

Considerando os fatores estudados, pode-se concluir que a implantação de energia solar em residências se apresenta como uma alternativa viável e benéfica economicamente, apesar de ainda ser pouco explorada e possuir um alto custo no investimento.

REFERENCIAS

ABNT NBR 10899 – Energia Solar Fotovoltaica – terminologia.

ABNT NBR 16149– Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.

ABSOLAR. Panorama solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. Infográfico. Vol 29. 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em 05 abr de 2024.

ALVES, M. L. **Energia solar: estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid** — Nomografia, Universidade Federal de Ouro Preto Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas (Departamento de Engenharia Elétrica), João Monlevade-MG 2019.

ALVES, Thiago Flosino. **Estudo e análise da eficiência de inversores solar fotovoltaico**. 59 f. Monografia (Graduação) - Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482: Condições Gerais Para o Acesso de Micro e Minigeração Distribuída. Rio de Janeiro, 2012.

ANEEL. Atlas Energia Solar. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf) . Acesso em: 15 set. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021(*)

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica. Brasília: Programa de Incentivo às Fontes Alternativas. 2017. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/proinfo>. Acesso em 23 mar 2023.

Atlas Brasileiro de Energia Solar (2ª Edição): Disponível em : http://mtcm21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc21b/2017/08.15.18.20/doc/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao_rev-01-compactado.pdf

BORTOLOTO, V. A. et al. Geração de Energia Solar On Grid e Off Grid. In: **VI JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2017.

Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/view/1069>. Acesso em 09 de mar de 2024.

ENEL. Tarifas Enel. 2021. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-Goias/Tarifas_Enel.html. Acesso em 04 abr. 2024.

PEREIRA, N. X. **Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil:** geração distribuída vs geração centralizada. 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181288/pereira_nx_me_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em 27 fev. 2023.

POMILIO, J.A., Bonaldo, J.P., Morales-Paredes, H.K. and Tenti, P. (2015). About Power Factor and THDi in the Smart Micro-Grid Scenario, 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st IEEE Southern Power Electronics Conference.

SILVA, R. G.; CARMO, M. J. do,. Energia Solar Fotovoltaica: uma proposta para melhoria da gestão energética. **InterSciencePlace**, v. 12, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/649/403>. Acesso em 27 fev. 2024.