



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

HIGOR GUSTAVO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**ENERGIA SOLAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso em um galpão na  
cidade de Belo Jardim-PE**

Caruaru

2023

HIGOR GUSTAVO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**ENERGIA SOLAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso em um galpão na cidade de Belo Jardim-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Construção Civil

**Orientadora:** Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

Caruaru

2023

## **Energia solar na construção civil: um estudo de caso em um galpão na cidade de Belo Jardim-PE**

### **Solar energy in civil construction: a case study in a shed in the city of Belo Jardim-PE**

**Higor Gustavo Cordeiro de Oliveira<sup>1</sup>**

---

#### **RESUMO**

A energia renovável, proveniente de fontes naturais como a energia solar, destaca-se como uma alternativa sustentável e economicamente viável que está se popularizando, quando comparada a outras fontes. A conversão dessa energia em eletricidade ocorre por meio de painéis solares, amplamente utilizados em residências, empresas e indústrias. Este trabalho tem como objetivo apresentar a produção de energia solar e sua rentabilidade em relação à hidrelétrica, cuja viabilidade varia de acordo com a região, mas tende a se tornar mais competitiva considerando aspectos socioeconômicos e de sustentabilidade. A coleta de dados e análises de um estudo de caso conduzido em um galpão familiar em Belo Jardim-PE, apoiadas pela ferramenta Excel e embasadas em técnicas estatísticas, revelaram uma avaliação positiva da potência gerada pelas células solares em comparação com a energia hidrelétrica. Esse resultado favorável não se limita apenas ao aspecto econômico; ele também se estende ao ambiental. A produção de eletricidade de forma sustentável através da energia solar desempenha um papel crucial na diminuição das emissões de gases de efeito estufa e na proteção do ecossistema. Ela ajuda a reduzir a nossa necessidade de recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis, o que assegura a estabilidade energética a longo prazo. A combinação desses fatores positivos, incluindo as boas condições para o desenvolvimento social, torna a energia solar uma solução positiva para a promoção da sustentabilidade durante o período de vida útil dos painéis solares. Portanto, o seu crescimento contínuo de geração de energia torna-se uma alternativa viável para enfrentar os possíveis desafios no planeta, como as mudanças climáticas, e para garantir um futuro energético mais limpo e sustentável, contribuindo para um mundo mais sustentável, demonstrando sua eficácia.

**Palavras-chave:** energia renovável; sustentabilidade; painéis solares.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: higor.cordeiro@ufpe.br

---

**ABSTRACT**

Renewable energy, derived from natural sources like solar power, stands out as a sustainable and economically viable alternative that is becoming increasingly popular when compared to other sources. The conversion of this energy into electricity occurs through solar panels, widely used in homes, businesses, and industries. This work aims to present the production of solar energy and its profitability in comparison to hydroelectric power, whose feasibility varies by region but tends to become more competitive considering socio-economic and sustainability aspects. Data collection and analysis from a case study conducted in a family warehouse in Belo Jardim, PE, supported by the Excel tool and based on statistical techniques, revealed a positive assessment of the power generated by solar cells compared to hydroelectric energy. This favorable result is not limited to the economic aspect alone; it also extends to the environmental one. The sustainable production of electricity through solar energy plays a crucial role in reducing greenhouse gas emissions and protecting the ecosystem. It helps to decrease our reliance on non-renewable resources, such as fossil fuels, ensuring long-term energy stability. The combination of these positive factors, including favorable conditions for social development, makes solar energy a positive solution for promoting sustainability during the lifespan of solar panels. Therefore, its continued energy generation growth becomes a viable alternative to addressing potential challenges on the planet, such as climate change, and ensuring a cleaner and more sustainable energy future, contributing to a more sustainable world, demonstrating its effectiveness.

**Keywords:** renewable energy; sustainability; solar panels.

---

**DATA DE APROVAÇÃO:** 05 de outubro de 2023.

---

**1 INTRODUÇÃO**

Nas primeiras crises energéticas, em 1970, a população começou a se precaver com o próprio suprimento energético futuro, diante de uma possível escassez de combustíveis fósseis. Analisando que essa fonte de energia representava mais de 80% da matriz energética mundial, o tempo de esgotamento para as reservas de petróleo se tornou uma das principais preocupações da humanidade (RIBEIRO, 2012).

Hoje em dia a sociedade tecnológica apresenta sérios desafios com relação a sua própria sustentabilidade e vem abordando aspectos socioeconômicos. Fato é que os recursos naturais são finitos e isso faz com que o homem precise buscar meios alternativos que satisfaçam suas necessidades (RODRIGUES; WODIHY; GONÇALVES, 2015).

De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2015), o setor elétrico vem apresentando uma evolução contínua da matriz energética em suas mais diversas fontes devido à algumas características, tais como: seu baixo índice de perdas durante as conversões, sua facilidade de transporte e de conversão direta para outros tipos de energia, como a térmica, química, luminosa, mecânica, dentre outras. São acrescidos da demanda emergente por eletricidade devido ao estilo de vida atual.

A disponibilidade de energia solar na superfície terrestre é muito superior à demanda global de energia elétrica. À medida que as tecnologias que fazem uso da energia solar se tornam mais competitivas diante das demais opções, a participação dessa fonte na matriz elétrica tende a crescer. Isto já se verifica em diversos países, inclusive no Brasil. Para o futuro, as projeções indicam aumento expressivo da participação da fonte solar na matriz de geração de energia elétrica mundial (BEZERRA, 2021).

Nesse contexto, o sistema elétrico brasileiro encontra-se subordinado ao sistema de hidrelétricas, quando ao âmbito de geração de energia. Essas usinas são responsáveis por mais de 60% da produção de energia. Contudo, a disponibilidade da água pode findar-se e, conseqüentemente, a geração de energia no país ficar prejudicada por depender da captação de água das chuvas. Uma alternativa viável a isso são as fontes de energia renováveis e que possuem uma segurança no fornecimento de energia elétrica (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Ponderar novas alternativas para o Brasil, uma economia emergente, é de extrema importância, principalmente sob o aspecto de seguridade energética. Sendo o país localizado em uma região intertropical detentora de considerável incidência vertical dos raios solares, o que favorece o aumento dos índices de radiação em quase todo o país, é inegável o potencial de aproveitamento da energia solar fotovoltaica e suas nuances dentro da realidade brasileira (TOLMASQUIM, 2016).

A reflexão acerca deste estudo para a sociedade atual é de grande relevância devido à sua contribuição para a preservação do meio ambiente, em virtude da sua fonte de energia limpa e renovável, auxiliar a geração e economia de energia elétrica (PAGANIN *et al.*, 2023). Conforme Machado *et al.* (2023) a mobilidade elétrica atribuída às redes elétricas criam um crescimento da demanda de potência. Este crescimento coloca em dúvida a distribuição da

energia elétrica produzida por hidrelétricas, bem como o aumento dos impactos ambientais (AITA; DETZEL; BESSA, 2023).

De acordo com Costa *et al.* (2021) tem-se que com a expansão dos sistemas fotovoltaicos no país, boas práticas para operação e manutenção de usinas fotovoltaicas vêm sendo implementadas a fim de aumentar o tempo de vida útil do sistema. Segundo Torres (2018) este sistema pode-se conectar à rede elétrica tornando-se compatível com as nossas moradias e sistemas elétricos já presentes no mercado após passar por uma conversão para a corrente alternada.

Vale ressaltar a importância em utilizar métodos que maximizem a radiação solar nas placas devido aos diferentes pontos de inclinação do planeta (VARGAS *et al.*, 2017). Além dos benefícios já citados as placas solares podem contribuir na construção civil como uma proteção a incidências de raios solares nas varandas e fachadas de edifícios (LEONE, 2021).

Nesse sentido o estudo realizado neste trabalho é analisar a geração de energia por meio do uso de painéis solares, em um galpão familiar na cidade de Belo Jardim-PE, facilitando a obtenção das informações. Esta pesquisa apresenta uma sucinta caracterização das fontes renováveis, uma abordagem sobre o funcionamento do sistema de energia solar e sobre o uso e a sustentabilidade dos painéis solares.

## **1.1 Fontes renováveis**

A energia renovável é toda energia que não acaba, ou seja, toda energia que se renova no planeta de forma natural. A energia elétrica é um mercado de grande potencial e o Brasil está apostando nessa possibilidade de negócios internacionais, pois possui posição favorável devido às condições climáticas e grandeza territorial (RANGEL *et al.*, 2016; REI *et al.*, 2017). Com uma população mais consciente, todos podem priorizar o uso de fontes de energia renováveis (GOLDEMBERG; LUCON, 2012).

Existe a possibilidade de combinação das usinas hídricas e eólicas, criando um sistema de mais confiabilidade, uma vez que a energia eólica originada poderá ser armazenada nos reservatórios hidrelétricos, acrescentando assim o fator de capacidade das usinas hidrelétricas e dispensando possível ativação de termelétricas (CARVALHO, 2012).

A concepção de sustentabilidade ambiental abrange três elementos essenciais: a dimensão temporal, a durabilidade dos impactos e a consideração do estado do meio ambiente tanto no presente quanto no futuro. A integração harmoniosa desses conceitos representa um desafio significativo, tanto na teoria quanto na prática, como observado por Cunha Júnior (2013). Em

muitas ocasiões, priorizaram-se os aspectos econômicos em detrimento da preservação do meio ambiente. Portanto, o maior desafio da busca pelo desenvolvimento sustentável reside na habilidade de conciliar a conservação dos recursos ambientais com o crescimento econômico.

O planeta vive uma grande mudança energética nas taxas de crescimento das fontes renováveis de energia, em particular, das fontes solares e eólicas. A capacidade de instalação da energia solar fotovoltaica está excedendo as expectativas da realidade, ao qual tem-se que a energia solar adicionou em 2017 mais capacidade instalada do que as usinas a carvão, gás e nuclear juntas. Já no ano de 2020, viu-se a repetição da tendência de predominância da fonte solar como tecnologia com a maior capacidade instalada (PEREIRA; RUTHER, 2021).

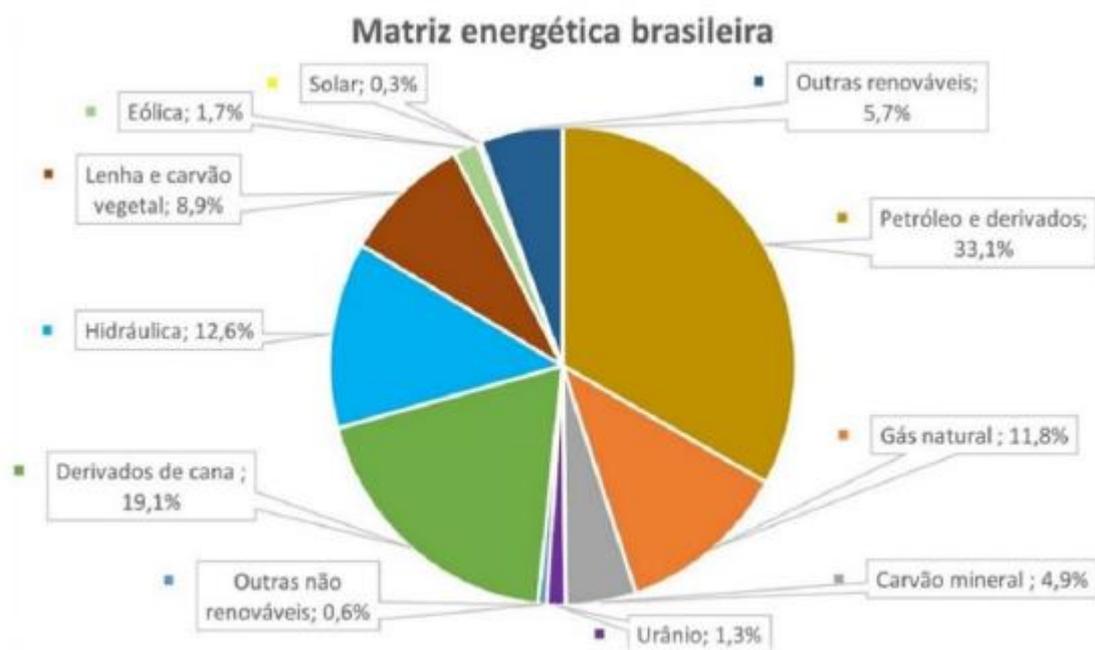
As fontes renováveis de energia são repostas imediatamente pela natureza, como é o caso dos potenciais hidráulicos (quedas d'água), eólicos (ventos), a energia das marés e das ondas, a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal). A biomassa também é uma fonte renovável de energia e engloba diversas subcategorias, desde as mais tradicionais (como a lenha e os resíduos animais e vegetais) até as mais modernas podendo ser subdivididas em “convencionais” e “novas”. As “convencionais” são tecnologias dominadas e comercialmente disseminadas há muitas décadas, como é o caso das usinas hidrelétricas de grande e médio porte. Já as “novas” são aquelas que começam a competir comercialmente com as fontes tradicionais, renováveis ou não (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Os combustíveis fósseis em 2015 eram responsáveis por mais de 78% da energia consumida, a energia nuclear em torno de 3% e as demais renováveis em torno de 19%. Deste último, 9,1% provém da biomassa tradicional, usada geralmente para uso doméstico e em áreas rurais de países em desenvolvimento (REN21, 2017).

Conforme Birnfeld (2014), o Brasil é rico em recursos energéticos renováveis e possui fontes energéticas como solar, eólica e biomassa que podem ser exploradas em maior escala por meio de políticas de incentivo, criando condições para que essas fontes aumentem sua participação na matriz energética e assim promova desenvolvimento de forma sustentável.

Embora que neste país o cenário em destaque, ainda é, a da composição baseada principalmente na energia derivada de petróleo. É de relevância o uso no mercado interno de energias derivadas de hidrelétricas, biomassa e a eólica na participação da matriz nacional. Como evidenciado pela Figura 1, o Brasil demonstra considerável dependência de fontes não-renováveis para sua produção energética (CUNHA *et al.*, 2019).

**Figura 1** - Matriz elétrica brasileira no ano de 2021



Fonte: Portal Solar (2023)

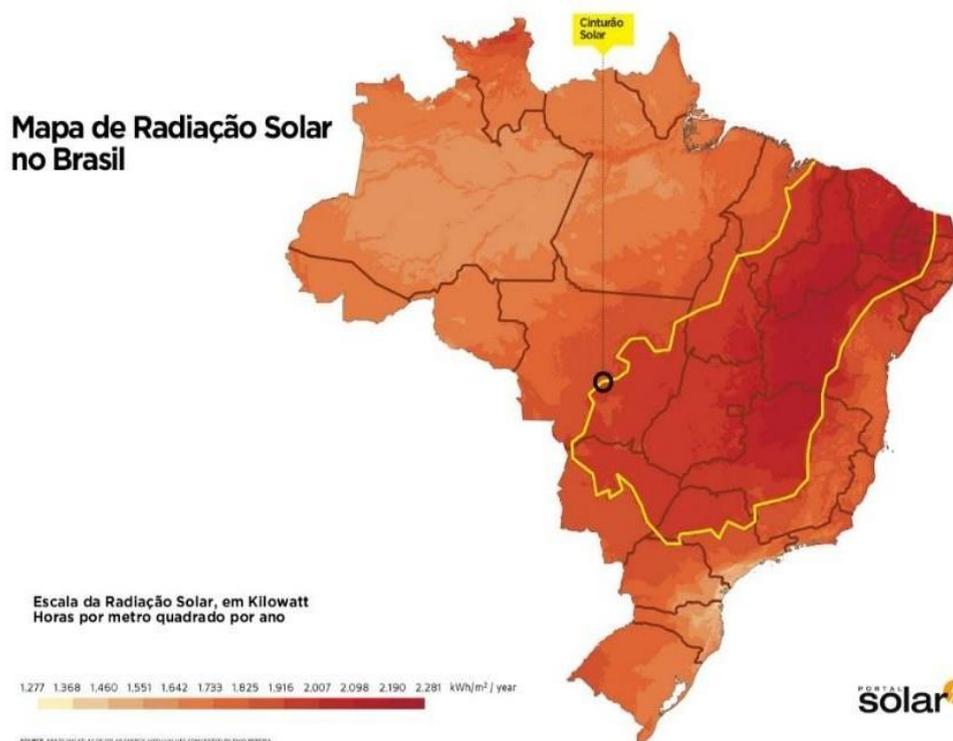
A matriz energética brasileira apresenta 0,3% de geração solar enquanto as derivadas de petróleo representam 33,1%, e se levarmos em consideração as hidrelétricas representam 12,6%. Embora existindo um rendimento satisfatório na energia solar, ainda é um percentual baixo com relação as demais matrizes energéticas (PORTAL SOLAR, 2023).

## 1.2 Sistema de energia solar

A energia solar é abundante, inesgotável, renovável e não polui em comparação com as demais fontes de energia. A captação da energia do sol pode ser utilizada como fonte de energia térmica ou convertida diretamente em energia fotovoltaica (WANDERLEY; CAMPOS, 2013). Fato é, que torna uma solução para áreas remotas e não eletrificadas, principalmente em localidades como o Brasil, com vastos territórios que apresentam ótimos índices de insolação, como pode ser observado a Figura 2 (MACEDO NETO *et al.*, 2014).

Conforme Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021) a capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil gira em torno de aproximadamente 176 GW. Destes 82,7% são provenientes de fontes renováveis, principalmente de origem hídrica, sendo 1,9% especificamente da fonte solar. No Nordeste, a preponderância da fonte hídrica tem cedido espaço a ascensão da fonte eólica e, mais recentemente, da fonte solar.

**Figura 2 - Mapa de Radiação Solar no Brasil**



Fonte: Portal Solar (2023)

A análise detalhada da fonte solar no Brasil indica que a geração centralizada, ou seja, a que é realizada em sistemas geradores que ficam próximos ou até mesmo na própria unidade consumidora (casas, empresas e indústrias) e interligados à rede elétrica pública, corresponde a 27% e a geração distribuída (microgeração e minigeração) corresponde a 63% da capacidade instalada de geração fotovoltaica do país. Esta última, tem avançando rapidamente em consideração a geração centralizada, o Nordeste lidera com aproximadamente 38% da capacidade fotovoltaica instalada no Brasil, decorrente da preponderância de projetos centralizados na Região, como pode ser visualizado na Figura 3 (BEZERRA, 2021).

Os sistemas isolados tiveram grandes incentivos durante programas como o Luz para Todos e o Programa para o Desenvolvimento da Energia nos Estados e Municípios - PRODEEM, com o intuito da universalização do acesso à energia elétrica. Bem como, os sistemas distribuídos que injetam sua produção para o consumidor direto ou para o Sistema Interligado Nacional (SIN), em uma estratégia de compensação e créditos chamada de Sistema de Compensação de Energia (*net metering*). Afinal, o sistema centralizado é caracterizado por grandes usinas conectadas à rede, dos quais dispõem de grandes investimentos e são instaladas em áreas afastadas (SANTOS, F. A.; SANTOS, F. M., 2008).

**Figura 3** - Capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no ano de 2021

Unidade Geográfica	Geração distribuída		Geração centralizada		total	
	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil	Potência (MW)	% Brasil
Brasil	5.587,43	100,00	3.298,93	100,00	8.886,36	100,00
Sudeste	2.013,90	36,04	931,73	28,24	2.945,63	33,15
Sul	1.263,48	22,61	12,69	0,38	1.276,17	14,36
Centro-Oeste	955,63	17,10	5,97	0,18	961,60	10,82
Norte	299,74	5,36	14,39	0,44	314,13	3,53
Nordeste	1.054,67	18,88	2.334,14	70,75	3.388,81	38,13
Alagoas	35,81	0,64	-	-	35,81	0,40
Bahia	188,58	3,38	782,67	23,72	971,25	10,93
Ceará	198,71	3,56	218,00	6,61	416,71	4,69
Maranhão	107,37	1,92	0,26	0,01	107,63	1,21
Paraíba	104,04	1,86	136,38	4,13	240,42	2,71
Pernambuco	163,93	2,93	39,66	1,20	203,59	2,29
Piauí	112,63	2,02	1.033,76	31,34	1.146,39	12,90
Rio Grande do Norte	110,65	1,98	123,41	3,74	234,06	2,63
Sergipe	32,94	0,59	-	-	32,94	0,37

Fonte: ANEEL (2021)

Além disso, esses tipos de sistemas (centralizado ou descentralizados) englobam várias vantagens com o longo tempo de vida dos seus equipamentos (da ordem dos 30 anos), a sua baixa manutenção e as suas modularidade e portabilidade (BRITO; SILVA, 2006). Assim, tornando-se uma das alternativas de geração de energia elétrica com o uso da radiação solar. Sendo este, um processo realizado com a utilização de células fotovoltaicas, onde o principal componente é o silício, elemento abundante no planeta (MATAVELLI, 2013).

### 1.3 Uso de painéis solares

Os painéis solares são uma fonte limpa de energia elétrica a ser gerada pelo sol de uma forma muito simples, sem mecanismos móveis, nem gerando detritos e também sem a necessidade de conservação. Estes são os principais componentes de um sistema de energia solar, formado por um conjunto de células fotovoltaicas, que produzem através da luz solar. Quando os raios solares atingem a célula fotovoltaica os elétrons se movimentam gerando uma corrente elétrica (NEOSOLAR, 2022).

As células fotovoltaicas vêm evoluindo ao longo dos últimos anos, as células da terceira geração são baseadas em materiais orgânicos (OPV) e utilizam pontos quânticos (PQs). Sendo assim, estas células de terceira geração embora ainda careçam de eficiência de conversão exibem grande potencial e diversas vantagens sobre as tecnologias estabelecidas (ELY; SWART, 2014).

Além disso, este tipo de geração apresenta característica que faz dessa a melhor opção para o abastecimento das unidades consumidoras. Igualmente, os sistemas fotovoltaicos promovem a redução de custos, propiciando assim, aplicações como na geração distribuída, já que compete com as altas tarifas cobradas pelas concessionárias (RIBEIRO, 2012).

Existem estímulos financeiros que são baseados em condições e taxas de empréstimo diferenciadas para empreendimentos que geram energia. Igualmente, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), é um grande investidor de energia renovável, principalmente de painéis solares. Sendo que o mesmo vem ampliando de 70% para 80% de itens financiáveis com Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) para empreendimentos com energia solar (ANEEL, 2014).

Além disso, existem outros investimentos para o uso de painéis solares, como o Fundo do Clima e o Inova Energia. Sendo o primeiro, um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima, que se propõe a financiar projetos e estudos que tenham por objetivo reduzir os impactos das mudanças climáticas. Bem como, o Inova Energia que financia iniciativas de inovação pertinentes a geração de energia, incluindo fotovoltaica e termo solar, que atua, por exemplo, sobre o desenvolvimento de células de filmes finos e ainda produção de inversores ou outros equipamentos que servem ao seguimento fotovoltaico (SILVA, 2015; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009).

A demanda por painéis solares pode ser promovida através de pesquisa e desenvolvimento. As iniciativas da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) podem incentivar a academia e as próprias empresas de energia. Desse modo, viabilizando a iniciativa do setor privado, enquanto centros de pesquisa e laboratórios acondicionam as pesquisas realizadas nas universidades. Existem recursos que incentivam a adoção de energia fotovoltaica no âmbito público, conhecido como leilão de energia (GORINI, 2014).

Estes leilões foram instituídos (Lei nº 10.848/2004), e representam um marco no setor elétrico brasileiro, adequando um ambiente de contratação competitivo e seguro. Além disso, é caracterizado como um modelo de contratação, realizado pela CCEE, para grandes empreendimentos, com contratos de vigência prolongada firmados após processo de lances com preço regressivo em um Ambiente de Contratação Regulada (ACR) (ANEEL, 2015).

Nesse contexto, para cada serviço no sistema elétrico possui um tipo de leilão, sendo eles para geração, transmissão e distribuição. De modo que a geração pode ocorrer de outras formas, por isso essa categoria sofre subdivisões dentre elas: leilão de fontes alternativas, leilão de energia reserva e de energia nova (CCEE, 2015).

## **1.4 Objetivos**

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a energia solar na construção civil, através da utilização de placas solares associadas à rede elétrica. Bem como, correlacionar com a geração de eletricidade de uma usina hidrelétrica, verificar a relação entre essa geração e a economia no consumo de energia e examinar a usabilidade e sustentabilidade das células fotovoltaicas para geração de energia em um galpão na cidade de Belo Jardim-PE.

### 1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que vão ser trabalhados nessa pesquisa são:

- Descrever a potência gerada pelas placas solares;
- Comparar a rentabilidade das células fotovoltaicas com a hidrelétrica;
- Verificar as condições de sustentabilidade e socioeconômica das placas solares.

---

## **2 METODOLOGIA**

A utilização de fontes renováveis de energia tem sido amplamente incentivada nos últimos anos, como forma de minimizar os danos ambientais causados pelas formas convencionais de produção de energia. Diante dessa realidade, torna-se cada vez mais relevante a realização de pesquisas e estudos que visem aprimorar as tecnologias voltadas para a produção de energia a partir de fontes renováveis na construção civil. A metodologia adotada nesta pesquisa desempenha um papel fundamental para a obtenção de resultados precisos e confiáveis.

### **2.1 Classificação da pesquisa**

Para conduzir esta pesquisa, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas em um estudo de caso. Este estudo consiste em abordar os procedimentos teóricos que envolveram uma revisão da literatura sobre energia. Essa revisão com ênfase em energias renováveis e sua influência na sociedade foi baseada em pesquisa de artigos e trabalhos relacionados com o tema. Para a interpretação dos dados foi abordado o método estatístico descritivo que envolve técnicas matemáticas que qualifica e resume informações a partir dos dados.

A pesquisa quantitativa possui como objetivo principal a quantificação dos dados, tornando-os passíveis de análise estatística. Isso possibilita a obtenção de informações precisas e confiáveis, permitindo assim a identificação de padrões e relações entre as variáveis estudadas (SANTOS *et al.*, 2021).

Segundo Silva *et al.* (2022) a pesquisa qualitativa é uma abordagem que pressupõe que o significado dado ao fenômeno é importante para sua qualificação, sendo imprescindível considerar a necessidade de procedimentos investigativos ancorados em modo viável e adequado de produzir conhecimento, bem como atentar-se aos procedimentos éticos de pesquisa e ao contexto da investigação explorado pelo pesquisador.

O método do estudo de caso é uma estratégia de pesquisa amplamente utilizada em várias áreas do conhecimento, que permite a investigação de fenômenos complexos em seus mais diversos contextos naturais e em sua profundidade. É um método flexível que pode ser usado tanto em pesquisas exploratórias quanto confirmatórias, em diversas áreas do conhecimento, como administração, educação, engenharias, entre outras (YIN, 2015).

O método estatístico descritivo é a etapa inicial da estatística, na qual se descrevem as características básicas dos dados. Nessa etapa, é possível calcular medidas de tendência central, tais como: média, variância, desvio padrão (GOMES, 2018).

## 2.2 Caracterização da área de estudo

O local do estudo de caso é um galpão familiar situado na rua João Barbosa Maciel, no bairro Boa Vista, na cidade de Belo Jardim-PE. Este galpão, pode ser visualizado na Figura 4, possui uma área total de 450 m<sup>2</sup> e apresenta em sua cobertura 68 painéis solares de 1ª geração com dimensões de 1,65 x 1,00 m<sup>2</sup>. Atualmente, o galpão possui somente a função degerador de energia para suprir parte do consumo.

**Figura 4** - Placas Solares no telhado do galpão

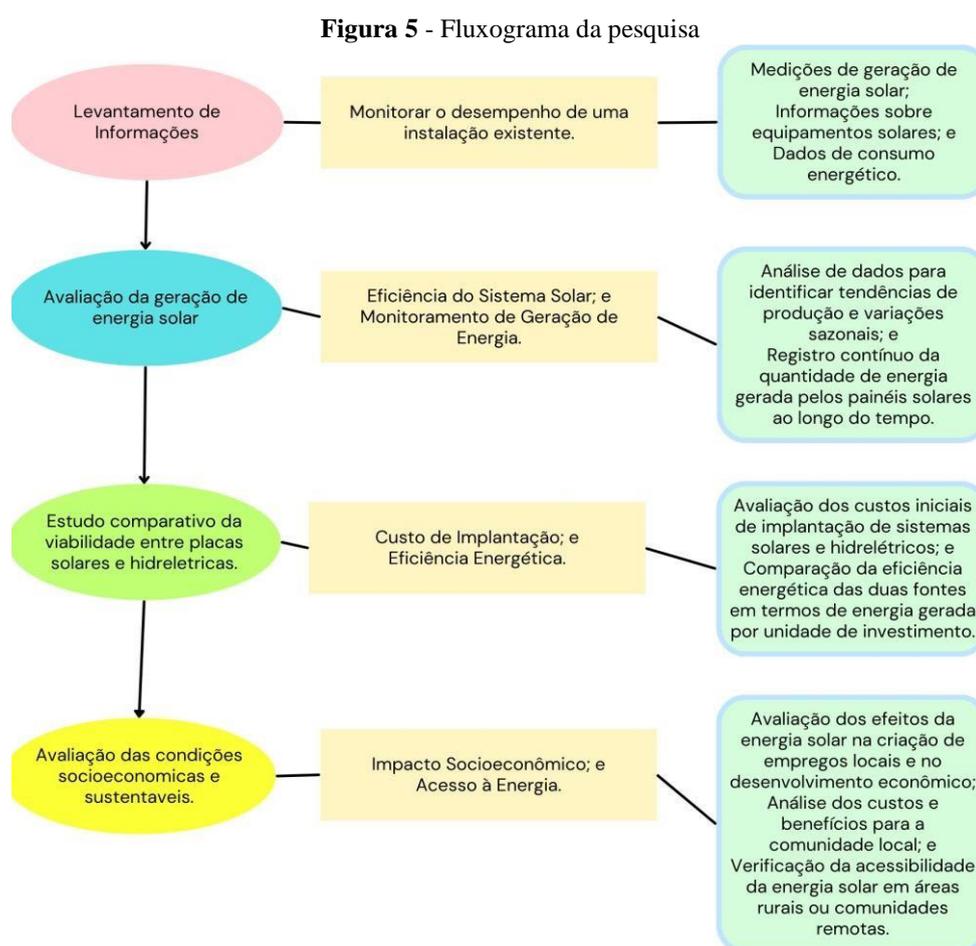


Fonte: Autor (2023)

Os painéis solares tiveram o início de sua instalação em maio de 2022, tendo sua finalização em junho de 2022. Dessa forma, o período escolhido para análise da pesquisa é de junho de 2022 (início da geração de energia solar) até junho de 2023, devido aos dados disponíveis pela concessionária Neoenergia Pernambuco.

### 2.3 Estrutura da pesquisa

A pesquisa segue uma estrutura analítica, garantindo organização na análise dos tópicos (Figura 5). Isso promove clareza e coerência na exploração dos resultados. Essa estrutura fornece uma base sólida para investigar os aspectos relevantes do estudo de maneira lógica e coerente, contribuindo para a clareza e a compreensão dos resultados obtidos.



Fonte: Autor (2023)

Inicialmente realiza-se uma coleta dados com informações importantes obtidas junto à Neoenergia, que fornece dados precisos e confiáveis que servem de base para a avaliação da potência gerada pelas células solares durante o período de análise. Com isso, se faz um estudo

comparativo da produção de energia com a sazonalidade do clima da região. Este estudo apresenta a média, os pontos de máximo e mínimo e o desvio padrão da produção de energia.

Em seguida, tem-se um estudo comparativo entre a rentabilidade das placas solares em relação a geração de energia das hidrelétricas, levando em consideração algumas aplicações de renda fixa com retorno futuro. A realização de uma avaliação dos investimentos em placas solares, levando em conta os lucros esperados ao longo do tempo.

As aplicações de renda fixa com retorno futuro se referem a investimentos financeiros com um prazo para amadurecimento, com um retorno previsto a médio prazo. Nesse comparativo são levados em consideração alguns fatores, tais como: custo inicial do investimento para instalação e rentabilidade. Definindo qual geração apresenta a melhor rentabilidade e qual é a mais vantajosa a longo prazo.

Dessa forma, se faz uma análise comparativa entre a energia solar e a energia das hidrelétricas com base nas informações obtidas. Esta análise apresenta o custo-benefício de ambas as produções de energia.

Por conseguinte, apresenta-se uma análise das condições socioeconômicas em função do crescimento populacional e do aumento de consumo de energia. Com isso, realiza-se um estudo comparativo com base no padrão de vida brasileiro e também dos seus impactos ao meio ambiente. Este estudo apresenta a importância social e sustentável para o desenvolvimento de uma região.

---

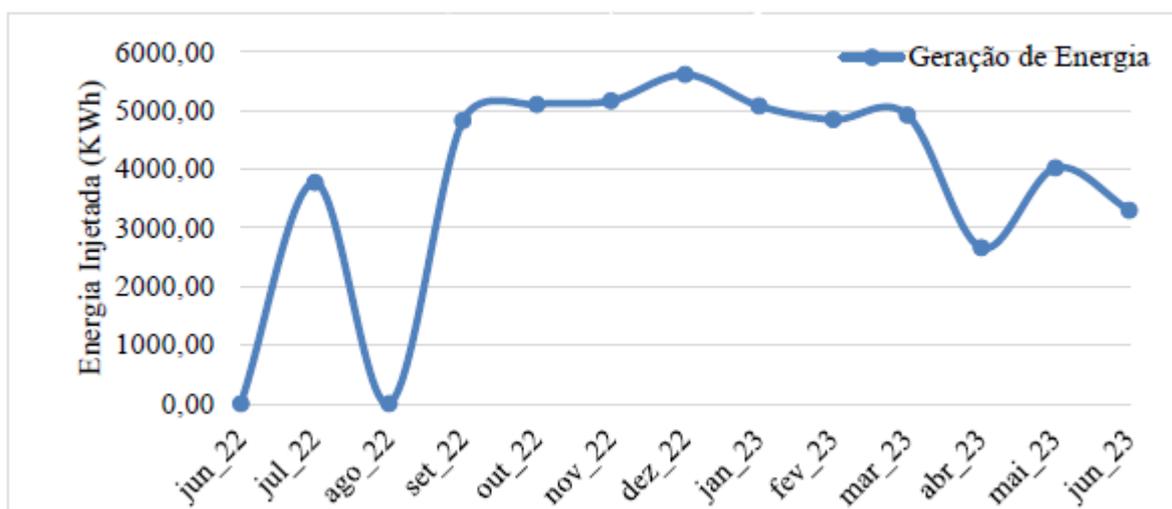
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste item, serão apresentados os resultados e análises obtidos por meio dos dados da Neoenergia. Foi abordada a produção de energia solar pelas placas, seguida de um comparativo da rentabilidade dessas placas em relação à geração hidrelétrica. Além disso, foram discutidas as condições socioeconômicas e sustentáveis relacionadas ao uso da energia solar na construção civil.

#### **3.1 Potência gerada pelas placas solares**

Com base nos dados obtidos da Neoenergia (Anexo A), pode-se observar na Figura 6 a evolução da produção mensal das placas solares. Essa representação apresenta de forma clara os registros mensais da geração de energia solar, permitindo uma análise mais detalhada e uma compreensão mais profunda dos padrões e tendências ao longo do tempo.

Figura 6 - Geração de Energia



Fonte: Autor (2023)

Em relação ao mês de agosto de 2022, foi quando a Neoenergia realizou a renovação da rede em local próximo ao galpão, sendo que ocorreu uma falha na operação que gerou a queima do medidor de energia produzida no local. Em seguida foi realizada a troca do medidor, ficando pronto na última semana do mês, atrasada devido à compra do medidor e da finalização das operações da Neoenergia na região em que se encontra o galpão. Devido à próxima atualização da climatologia ser no início de janeiro de 2024.

A geração de energia no mês de junho não foi contabilizada devido ao processo de instalação das placas nesse período. Bem como, é possível perceber que nos meses de setembro de 2022 até março de 2023, tem-se uma padronização da geração de energia, com o maior pico de energia sendo no mês de dezembro de 2022 e o menor em abril 2023. Isso acontece devido à sazonalidade do clima na região como pode-se perceber a climatologia da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) de Pernambuco na Figura 7.

Figura 7 - Climatologia da precipitação mensal de Pernambuco

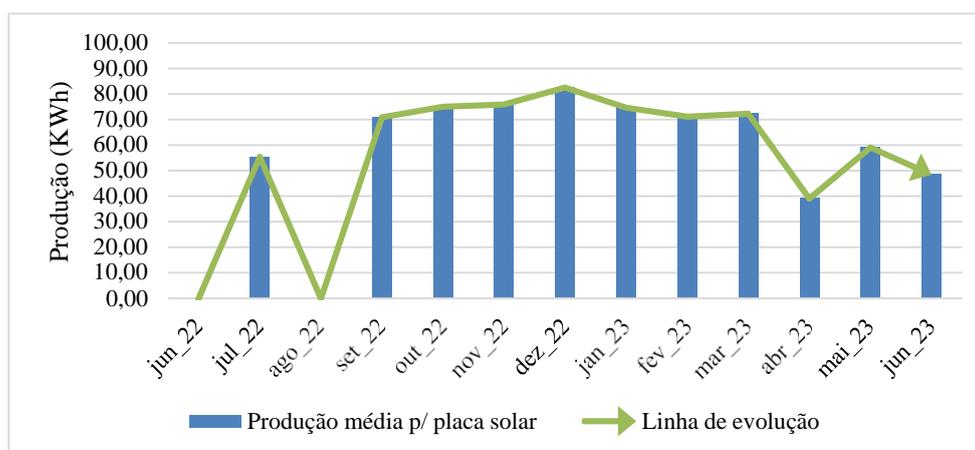
Mês	RMR	Mata	Agreste	Sertão
Jan	100,9	67,6	43,5	76,5
Fev	122,9	81,0	57,2	92,3
Mar	212,2	128,2	90,6	133,8
Abr	269,2	159,6	103,0	99,2
Mai	294,3	188,5	104,7	52,8
Jun	337,6	224,6	115,3	35,3
Jul	314,0	200,9	107,9	28,8
Ago	176,9	112,4	58,5	11,6
Set	102,1	59,8	33,4	8,5
Out	49,7	27,8	17,9	12,2
Nov	38,7	26,3	16,8	25,1
Dez	56,2	37,2	28,5	45,4
ANUAL	2074,7	1313,9	777,3	621,5

Fonte: APAC (2023)

O galpão situado na região do Agreste de Pernambuco possui uma climatologia caracterizada por um período de escassas chuvas, principalmente nos meses de setembro até fevereiro. Durante essa época, a região enfrenta uma estação seca, com baixos índices pluviométricos como exemplo o mês de Novembro em que a precipitação ficou 16,8 mm.

Esse padrão climático exerce um impacto direto na produção de energia elétrica das placas, uma vez que os painéis solares aproveitam ao máximo a radiação solar abundante durante esse período. Conforme demonstrado na Figura 8, não considerando os meses de junho e agosto de 2022 por não ter sido contabilizada as produções de energia, tem-se uma geração média de energia por placa solar com aproximadamente 66 kWh. Durante os meses mais chuvosos, é observada uma produção menor de energia, enquanto nos meses de intensa exposição solar, a geração de energia é mais elevada.

**Figura 8 - Geração média por placa solar**



Fonte: Autor (2023)

A produção de energia solar no Agreste pernambucano pode ser um importante caminho para promover a sustentabilidade e a independência energética na região. Essa fonte é capaz de contribuir significativamente para suprir a demanda energética na região e diminuir sua dependência por fontes convencionais. Tratando-se do período de menores chuvas (meses de setembro a fevereiro) tem-se uma produção acima da média, principalmente no mês de dezembro que teve uma produção acima de 80 KWh.

A variância e o desvio padrão das placas solares apresentam bons indicadores na avaliação da consistência e estabilidade da geração de energia para os meses de setembro de 2022 a fevereiro de 2023 que representa o período de menor índice pluviométrico (Quadro 1). É importante destacar que a média, variância e desvio padrão revelam que as placas solares produzem eletricidade de forma uniforme e previsível ao longo do tempo.

Quadro 1- Comportamento das placas

Mês	Variância (S) Por placa	Desvio Padrão (DP) Por placa
Σ	13,48	3,67

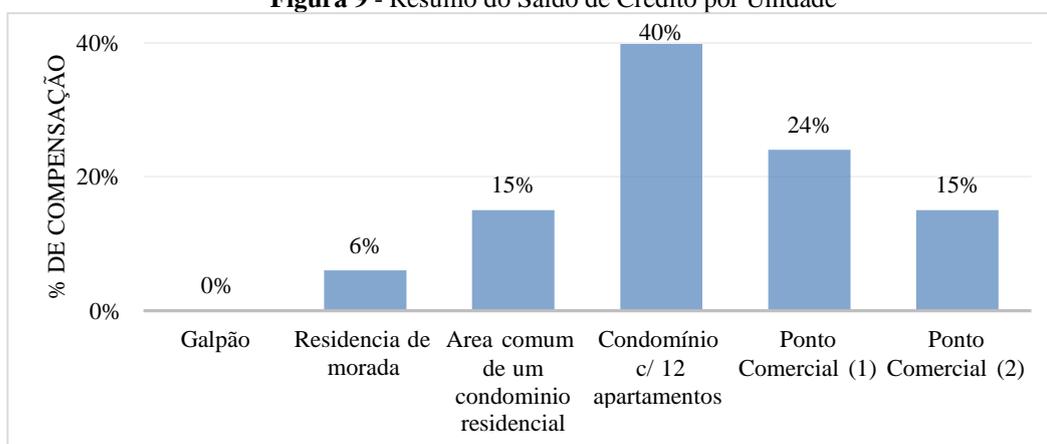
Fonte: Autor (2023)

Conforme Solarprime (2023) as placas apresentaram um baixo desvio padrão, tem-se uma garantia de um desempenho confiável, facilitando planejamento e a maximização do uso da energia solar, principalmente tratando-se de parâmetros de irradiação sobre os módulos. Com uma variância e desvio padrão reduzidos, as placas solares oferecem segurança e eficiência, tornando-se uma solução confiável e sustentável para a geração de eletricidade.

Além disso, percebe-se que a média da produção de energia por placa são valores relativamente próximos durante os meses de setembro a fevereiro, isto se dá em função da regularidade entre o clima, pois entre os períodos chuvosos e de estiagem não mantem-se uma boa quantidade de dias ensolarados.

A compensação de energia, ilustrada na Figura 9, é um processo em que a energia excedente produzida pelos clientes é distribuída e compensada pela Neoenergia. Por meio desse mecanismo, quando os clientes geram mais energia do que consomem, o excedente é injetado na rede elétrica e creditado em sua conta de energia (Anexo B).

Figura 9 - Resumo do Saldo de Crédito por Unidade



Fonte: Autor (2023)

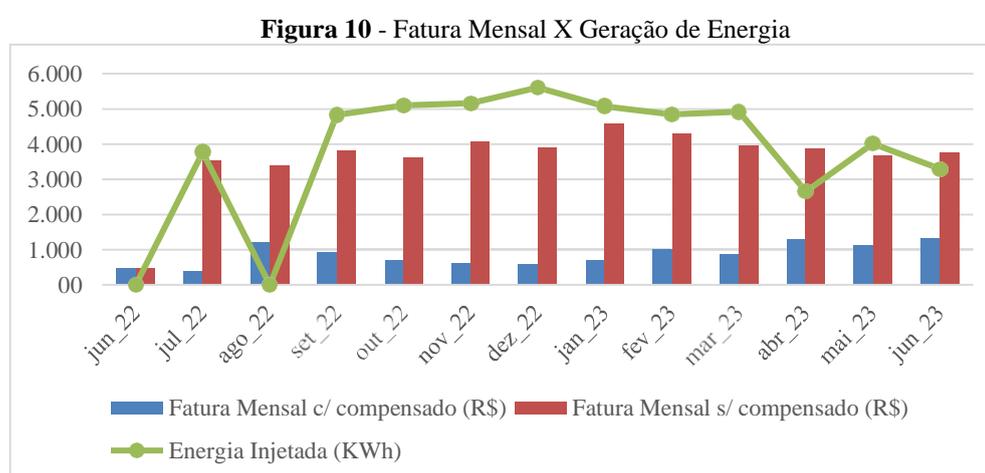
Foram injetados um total de 50.289 kWh produzidos pelas 68 placas solares durante os meses de junho de 2022 (período de início de produção) até junho de 2023. Desse total, 36.625,88 kWh foram compensados e 13.663,12 kWh foram acumulados na rede (Anexo B). O condomínio representa a maior fatia de consumo, com cerca de 40% do total compensado, seguido de um ponto comercial com 24%.

Os créditos gerados podem ser utilizados posteriormente para abater o consumo de energia em períodos de menor geração, pode permitir uma maior economia e incentivando o uso de fontes renováveis, como a energia solar. Além de permitir que os próprios consumidores possuam um papel ativo na produção de energia limpa e na redução das emissões de gases de efeito estufa, colaborando para um futuro ecológico.

### 3.2 Rentabilidade das células fotovoltaicas em comparação com a hidrelétrica

A rentabilidade da energia solar em comparação com a energia hidrelétrica pode variar dependendo de diversos fatores. Entre esses fatores, tem-se que os tributos federais de Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Programa de Integração Social (PIS) são cobrados em forma de percentual sobre o valor total da fatura de energia elétrica. Ambos os impostos têm impacto direto no custo final da conta de energia para o consumidor.

A energia solar pode se mostrar uma opção de investimento rentável em comparação com a energia hidrelétrica, impulsionada por fatores como: ICMS, PIS/COFINS e a taxa de iluminação pública (Anexo B), sendo esses expressos como uma porcentagem do montante a ser pago pelo consumidor, ficando evidente a diferença entre o consumo de energia solar em relação a hidrelétrica, como pode ser observado na Figura 10.



Fonte: Autor (2023)

Percebe-se uma grande diferença do valor mensal pago nas faturas do galpão (Figura 10), residência de moradia, área comum do residencial, condomínio com 12 apartamentos e dois pontos comerciais. Sendo esse, o valor que seria pago sem a compensação da energia

produzida pelas placas solares, pois devido aos fatores de tarifas cobradas pela Neoenergia e tributações cobradas pelo governo, tem-se uma margem de custo variada em função do consumo de KWh, devido ao custo ficar associado ao consumo. Isto é, quanto maior energia é consumida, maior será o valor pago na conta.

A compensação da energia mensal produzida é um benefício importante das placas solares, pois permite aos consumidores aproveitarem o excesso de energia gerada e reduzem os seus custos com eletricidade. Assim, as margens de custo variam de acordo com o consumo de energia em KWh, quanto maior o consumo, maior é o valor aplicado da tarifa ao consumidor (Quadro 2).

Quadro 2 - Valor de Consumo  
Grupo B - Baixa Tensão Tarifas

Classificação	Valor R\$/kWh
B1 - Residencial	0,65313
B1 - Residencial Baixa Renda	0,54537
B1 - Residencial Mensal até 30 kWh	0,19088
B1 - Residencial Mensal de 31 kWh até 100 kWh	0,32722
B1 - Residencial Mensal de 101 kWh até 2200 kWh	0,49083
B1 - Residencial Mensal acima 221 kWh	0,54537

Fonte: DME (2023)

O "Grupo B - Baixa Tensão" abrange consumidores de baixa tensão, como residências e pequenos comércios, com tarifas elétricas diferenciadas baseadas no consumo e na demanda. A relação entre o consumo de energia e os custos associados elevam a diferença entre a produção de energia solar e a hidrelétrica, tornando bons seus benefícios financeiros. Faz com que a prática de energia solar torne uma opção mais atraente do ponto de vista financeiro, ainda mais pensando em um investimento a médio prazo.

Com o acréscimo de Contribuição para Iluminação Pública (CIP), o valor final da tarifa também é impactado pelo montante total de consumo registrado na medição, ou seja, quanto mais energia é consumida, maior será o valor a ser pago, incluindo tanto o custo do consumo de energia quanto a contribuição específica para a iluminação pública (Quadro 3).

Quadro 3 - Contribuição Iluminação Pública

Contribuição Iluminação Pública - CIP	
Faixa de Consumo	Valor R\$
De 0 kWh a 30 kWh	1,57
De 31 kWh a 50 kWh	3,14
De 51 kWh a 100 kWh	12,57
De 101 kWh a 200 kWh	25,15
De 201 kWh a 300 kWh	34,58
Acima de 301 kWh	44,00

Fonte: Adaptado da DME (2023)

Os custos de consumo podem aumentar ainda mais, devido ao acréscimo de contribuição de iluminação pública e também da tarifa de bandeira. Este é um mecanismo de cobrança adicional na conta de energia elétrica, implementado quando há escassez de recursos hídricos ou aumento no custo de geração de energia, visando cobrir custo extra no consumo (Quadro 4).

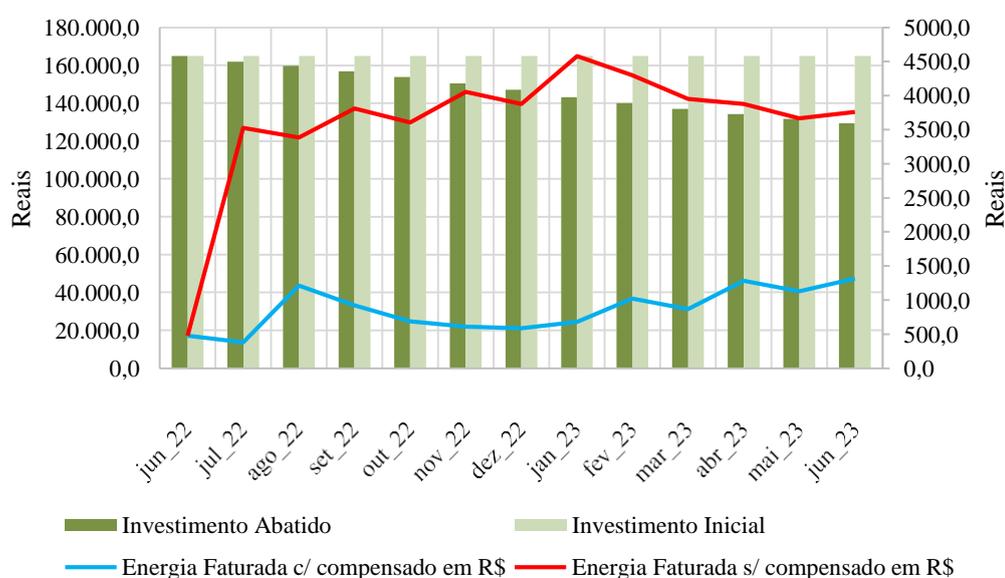
Adicional Bandeira Tarifária		R\$/100 kWh
Bandeira Verde		0,000
Bandeira Amarela		2,989
Bandeira Vermelha	Patamar I	6,500
	Patamar II	9,795
Escassez Hídrica		14,200

Fonte: DME (Adaptado) (2023)

A situação seria mais favorável para o uso de painéis solares se levar em consideração o custeio das bandeiras vermelha ou amarela na conta, visto que a diferença seria bem maior na margem de lucro. Pois, haveria o encarecimento da conta de energia paga pelos consumidores.

Tratando-se de um investimento inicial para a instalação dos painéis solares de aproximadamente R\$165.000,00, considerando o valor do galpão em estudo, porém, oferece um retorno financeiro significativo a médio prazo (em torno de 5 anos) para os consumidores (Figura 11). Apesar de ser um investimento considerável, os dados mostram que ao longo dos meses o abatimento dos custos de eletricidade se torna mais evidente.

**Figura 11** - Rentabilidade ao longo dos meses



Fonte: Autor (2023)

Como seu período médio de retorno é cerca de 60 meses para recuperar o custo inicial do sistema, em função das economias derivadas das contas de energia. Essa eficiência financeira não apenas reduz os gastos a médio prazo, mas também impulsiona a adoção de fontes renováveis, promovendo um futuro energético mais sustentável.

Com a geração contínua de eletricidade solar, os consumidores reduzem significativamente a dependência da rede elétrica convencional, resultando em menor gasto com energia e alcançando um bom retorno financeiro. Bem como, as empresas podem contar com os programas de financiamento dos bancos, que fornecem recursos em condições favoráveis, com taxas de juros mais baixas e prazos estendidos.

A análise comparativa da rentabilidade entre as células fotovoltaicas e a energia hidrelétrica revela que é possível que a energia solar se consolide como uma opção econômica. Embora a viabilidade varie de acordo com a localização e outros fatores, a energia solar pode apresentar-se como um potencial significativo para reduzir custos a médio prazo, diminuir a dependência de fontes não renováveis e contribuir para um futuro energético mais limpo.

### 3.3 Condições de sustentabilidade e socioeconômica da região

A adoção dos painéis solares possui um impacto positivo tanto do ponto de vista socioeconômico, quanto ambiental. Tratando-se de um sistema interligado com a rede do SIN, a cada quilowatt-hora (kWh) de energia gerada pela placa solar resulta em uma emissão equivalente de 0,1355 Kg de CO<sub>2</sub> (SOLARVOLT, 2023), destacando-se a baixa emissão de carbono da energia solar. Tem-se uma economia de 3,6 m<sup>3</sup> de água que seriam destinados para a produção de energia elétrica nas hidrelétricas para outros fins, tendo uma melhor gestão de recursos hídricos (Quadro 5).

Quadro 5 – Relação entre emissão e remoção do SIN

Fonte	Fator de emissão/Remoção	Relação e considerações
Fator de emissão do SIN	0,1355 kg CO <sub>2</sub> /L	A geração de 1 kWh
	3,6 m <sup>3</sup> de água	

Fonte: Solarvolt (2023)

É possível notar que ao calcular a quantidade de CO<sub>2</sub> evitada com o uso do fotovoltaico através da relação entre a energia elétrica gerada em um período de tempo e do fator de emissão de CO<sub>2</sub> do SIN nesse mesmo período apresenta um indicador de emissão positivo, principalmente, do ponto de vista sustentável.

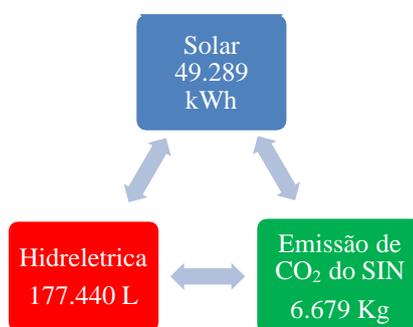
Percebe-se que as placas solares mantêm uma baixa emissão de gases de CO<sub>2</sub>, com os dados fornecidos pela Neoenergia tem-se um equivalente energético de 49.289 kWh produzidos pelas placas solares (Anexo A), em aproximadamente 6.679 kg de CO<sub>2</sub>, mostrando-se um importante indicativo para diminuição dos gases do efeito estufa (SOLARVOLT, 2023).

A Tarifa Atualizada de Referência (TAR), que é considerada no cálculo dos montantes que serão pagos pelas geradoras à União, aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios como compensação financeira pelo aproveitamento de recursos hídricos em seus territórios para a geração de energia elétrica, estabelece que a produção de energia a partir da hidrelétrica possui um custo médio de 89,79 R\$/MWh para a produção de 1kWh (ANEEL, 2022).

A energia solar apresenta vantagens para a redução do impacto ambiental, além da hidrelétrica ter como destaque a importância da água como fator-chave na geração elétrica. Essa comparação enfatiza a complexidade das opções energéticas e a necessidade de avaliar cuidadosamente as diferentes implicações ambientais e sustentáveis de cada fonte.

A economia de energia gerada pelos painéis solares tem um impacto positivo no uso dos recursos hídricos, uma vez que a geração convencional de eletricidade precisaria de uma quantidade bastante considerável de água, algo em torno de 177.440 litros de água para uma geração de 49.289 kWh. Do ponto de vista ambiental, conseguem desempenhar um papel importante na redução das emissões de gases de efeito estufa (Figura 12).

**Figura 12** - Equivalência Energética



Fonte: Autor (2023)

Como resultado, ao comparar a geração de energia solar com a hidrelétrica, é possível identificar duas perspectivas de extrema importância: a pegada de carbono e a utilização dos recursos hídricos. A energia solar se sobressai devido à sua reduzida emissão do SIN de dióxido de carbono equivalente a 6.679 Kg, o que contribui significativamente para a

mitigação das mudanças climáticas. Por outro lado, a geração hidrelétrica destaca-se pelo seu consumo de água durante o processo de produção de energia.

As condições de sustentabilidade e socioeconômicas da região desempenham um papel crucial na escolha entre energia solar e hidrelétrica. Enquanto a energia solar oferece maior versatilidade e menor impacto ambiental em áreas com radiação solar abundante durante os meses de setembro a março, a hidrelétrica pode apresentar um colapso durante os períodos secos que o país possa enfrentar (PORTAL SOLAR, 2023).

De acordo com Portal Solar (2023) a comparação de equivalência energética, fica mais tangível quando entende-se que uma única árvore ajuda na redução das emissões de carbono e, por consequência, na diminuição das mudanças climáticas. Conforme Solarvolt (2023) uma forma de avaliação da sustentabilidade é a equivalência de árvores que são cultivadas, como observado na Equação 1.

$$\text{N}^\circ \text{ de Árvores cultivadas} = \text{Energia Elétrica Gerada (kWh)} \times 5,04 \times 10^{-4} \quad (1)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Árvores cultivadas} = 49.289 \times 5,04 \times 10^{-4}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Árvores cultivadas} = 25$$

Percebe-se que a geração de 49.289 KWh de eletricidade solar durante os meses de estudo mostra que é o equivalente a evitar a emissão de aproximadamente 6.679 Kg de CO<sub>2</sub>, ou seja, esse número equivale a 25 árvores plantadas, contribuindo para diminuir os impactos ambientais.

Em relação aos termos socioeconômicos, a energia solar pode desempenhar um papel transformador ao capacitar indivíduos e comunidades a gerar sua própria eletricidade, reduzindo a dependência das grandes empresas de energia e fornecendo uma valiosa autonomia energética.

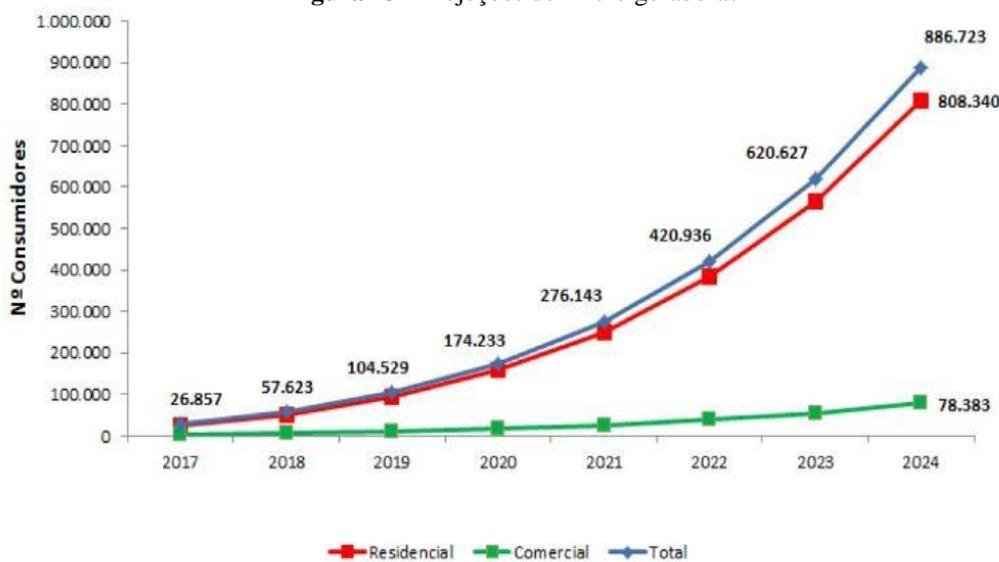
Bem como, é possível destaca-se por ser uma fonte inesgotável de energia, possuindo um potencial de diminuir significativamente a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo assim para a estabilidade dos preços da energia e proporcionando uma base sustentável para o suprimento energético na região.

A utilização de painéis solares em um imóvel valoriza a propriedade entre 3% a 6%, pois reduz significativamente os custos de energia, atrai compradores dispostos a pagar mais por uma residência sustentável e eficiente, aproveita incentivos fiscais e programas de crédito, e oferece estabilidade contra aumentos nas tarifas de eletricidade. Além disso, a crescente conscientização ambiental e a busca por certificações de eficiência energética fortalecem a

valorização a médio prazo de imóveis com energia solar, tornando-os investimentos sólidos e atraentes no mercado imobiliário (PORTAL SOLAR, 2023).

A crescente demanda por tecnologias solares não apenas impulsiona a inovação e a pesquisa no setor de energia, mas também abre novas fronteiras para oportunidades de negócios e colaborações interdisciplinares (Figura 13). Ao instalar painéis solares em residências e edifícios aumenta o valor do imóvel (BLUESOL, 2023) e também fomenta um senso de sustentabilidade.

**Figura 13** - Projeções de Micro geradoras



Fonte: Bluesol (2023)

A energia solar tem uma característica notável de expansão, podendo chegar a lugares distantes e carentes de infraestrutura elétrica e levando o acesso de eletricidade para comunidades previamente excluídas dessa possibilidade. Essa democratização energética não apenas melhora a qualidade de vida, mas também fortalece a coesão social e o desenvolvimento local.

Impulsionado pelo custo-benefício do painel solar a partir de incentivos fiscais e financeiros, como créditos fiscais, subsídios e tarifas por parte de bancos como exemplo, o Banco do Nordeste por meio do programa de Financiamento para Energia Solar (FNE SOL) ou o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), destinando créditos para empresas (pessoas jurídicas).

A energia solar está na vanguarda da inovação e pesquisa em energia, essa dinâmica de surgimento de avanços tecnológicos também atrai investimentos, tanto domésticos quanto estrangeiros, injetando vitalidade na economia e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da região (Quadro 6).

Quadro 6 - Geração de Energia

UF	Produção (GW)	Créditos de Energia (kW)	Instalada (kW)
PE	3.098,00	4.639,00	47.544,93

Fonte: Adaptada da Aneel (2023)

A produção de energia solar no estado de Pernambuco apresenta um valor significativo, como também a instalação de placas solares chegando a aproximadamente 47.544,93 kW de energia acrescentada a rede de distribuição, acrescida a um total produzido de 3.098,00 GW. Dispõem-se de mais geração de empregos na região, devido ao consumo pelo produto.

---

#### 4 CONCLUSÕES

Este estudo amplia o entendimento sobre a viabilidade e as implicações da energia solar na construção civil, possuindo um enfoque na integração de placas solares à rede elétrica. Bem como, realizando uma análise comparativa com a geração hidrelétrica e ressaltando não apenas a contribuição para a economia no consumo de energia, mas também a complexidade das escolhas energéticas em termos de custo-benefício e impactos ambientais.

Desenvolvendo uma análise da usabilidade e sustentabilidade das células fotovoltaicas em um galpão no município de Belo Jardim que se encontra na região do Agreste de Pernambuco, reforçando-se a importância de considerar as características regionais na implementação de soluções energéticas eficazes e ambientalmente conscientes.

De fato, a potência gerada pelas placas solares mostrou ser uma fonte de energia confiável, apresentando um desvio padrão baixo durante os períodos de maior estiagem. Esses painéis fotovoltaicos, dotados de células capazes de converter a luz solar em eletricidade, têm a notável capacidade de transformar um recurso natural e aparentemente intangível em uma força motriz tangível.

A potência varia com a intensidade da luz solar, a inclinação das placas e a tecnologia fotovoltaica empregada, tornando cada instalação solar única em seu potencial de geração. A medida de potência, expressa em quilowatts (kW), oferece uma visão quantitativa do poder gerado, refletindo diretamente a eficiência do sistema solar.

Logo, ao realizar uma análise comparativa entre a rentabilidade da energia das hidrelétricas e a energia solar, tem-se bons resultados do ponto de vista econômico e sustentável para a energia solar. Esta apresentou vantagens para as empresas, pois o custeio da instalação pode ser incentivado por bancos de forma a parcelar o investimento inicial, bem como na redução de tributos e tarifas que são onerosas para o consumidor, ainda mais quando alguns municípios

diminuem o IPTU por créditos de carbono.

Os benefícios tornam a energia solar uma opção promissora para o futuro energético, impulsionando a transição para uma matriz mais sustentável e reduzindo a dependência por fontes limitadas.

Por fim, a adoção dos painéis solares não apenas proporciona melhores condições de desenvolvimento social, especialmente em regiões rurais e remotas, mas também reduz a dependência por fontes não renováveis causadoras de efeito estufa. Contribui para a preservação dos recursos hídricos, mitigando os danos ao meio ambiente. Com a energia solar, comunidades antes excluídas do acesso à eletricidade podem obter benefícios socioeconômicos significativos, como iluminação e oportunidades de negócios. Essa transição para uma fonte de energia limpa e renovável impulsiona a sustentabilidade, protege os ecossistemas e promove um futuro mais equilibrado para as gerações futuras.

Como proposta para trabalho futuro, pode-se realizar o dimensionamento de placas solares visando a otimização do sistema fotovoltaico. Realizar um estudo de viabilidade das inovadoras placas solares de terceira geração, como as células orgânicas considerando eficiência, custos e aplicações reais, proporcionando uma análise abrangente da energia solar.

---

## REFERÊNCIAS

AITA, R.; DETZEL, D.; BESSA, M. **Estudo do impacto de geração das usinas hidrelétricas do Sistema Interligado Nacional por meio da análise de componentes principais**. Revista Brasileira de Energia, 2023. v. 28, n. 4, p. 136–144.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA**. Disponível em: Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Climatologia**. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br>. Acesso em: 25 de março de 2023.

ALDO. **Energia solar é a solução para a maior seca dos últimos 90 anos**. Disponível em: [https://www.aldo.com.br/blog/energia-solar-e-a-solucao-para-a-maior-seca-dos-ultimos-90-anos/#:~:text=Portanto%2C%20quantos%20litros%20de%20%20C3%A1gua,de%20%20C3%A1gua%20\(3600%20litros\)](https://www.aldo.com.br/blog/energia-solar-e-a-solucao-para-a-maior-seca-dos-ultimos-90-anos/#:~:text=Portanto%2C%20quantos%20litros%20de%20%20C3%A1gua,de%20%20C3%A1gua%20(3600%20litros)). Acesso em: 13 de agosto de 2023.

ANEEL. **Agência aprova Tarifa Atualizada de Referência e Preço Médio de Energia Hidráulica**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/agencia-aprova-tarifa-atualizada-de-referencia-e-preco-medio-de-energia-hidraulica#:~:text=Os%20valores%20atualizados%20s%C3%A3o%20de,80%2FMWh%20para%20o%20PMEH>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

ANEEL. **Perspectivas da Energia Solar e o Apoio do BNDES ao Setor**. Seminário de

Micro e Minigeração Distribuída. Brasília: ANEEL. 2014. p. 13.

ANEEL. **Leilões de Geração**, 2015. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/geracao4>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

BEZERRA, F. D. **Energia solar**. Caderno Setorial ETENE, 2021.

BIRNFELD, A. **Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação na região oeste de Santa Catarina**. 2014. 72 páginas. Mba em Gestão Estratégica de Negócios. Universidade do Oeste De Santa Catarina. Videira-SC, 2014.

BLUESOL. **Energia solar no Brasil: um panorama para entender tudo**. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama/>. Acesso em: 14 de agosto de 2023.

BRITO, M. C.; SILVA, J. A. **Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade**. O Instalador, 2006. v. 25, n. 676, p. 07. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

CARVALHO, J. F. **O espaço da energia nuclear no Brasil**. *Estudos Avançados*, v.26, n.74, p.293-308, 2012.

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Fontes de Energia**, 2015.

CCEE. **Tipos de Leilões-Entenda como funciona um leilão**, 2015. Disponível em: [https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/o-que-fazemos/como\\_ccee\\_atua/tipos\\_leiloes\\_n\\_logado?\\_afLoop=211850537048176](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/tipos_leiloes_n_logado?_afLoop=211850537048176). Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

COSTA, A .L. C.; HIRASHIMA, S. Q. S.; FERREIRA, R. V. **Operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos conectados à rede: inspeção termográfica e limpeza de módulos** . FV. 2021. p. 201–220.

CUNHA, E. A. A.; SIQUEIRA, J. A. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; ANIBAL, M. D. **Aspectos Históricos da Energia Eólica no Brasil e no Mundo**. *Revista Brasileira de Energia Renovavel*, 2019. n. 2, p. 1–14.

CUNHA JUNIOR, D. *Curso de Direito Constitucional*. 7. ed. Salvador: Juspodivm, 2013.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1995.

DME. **Tarifas**. Disponível em: <http://www.dme-pc.com.br/atendimento/tarifas>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

ELY, F.; SWART, J. **Energia solar fotovoltaica de terceira geração**. Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos ou Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), *O Setor Elétrico*, ed, 105, 138-139, 2014.

GOMES, L. F. A. M. **Estatística básica**. Editora UFV, 2018

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias renováveis: um futuro sustentável**. Revista USP, 2007. v. 0, n. 72, p. 6.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. São Paulo: USP, 2012.

LEONE, C. **Análise paramétrica de iluminação natural e de proteção solar de edifícios torcidos**. Ambiente Construído ANTAC- Sustentabilidade e Materiais, 2021. p. 247–270.

MACEDO NETO, M.; GOMES, I. R. B.; JÚNIOR, Z. S.; OLIVEIRA, E.; SOUZA, L. **Aplicação de materiais alternativos para o uso da energia solar**. Holos, [s.l.], v. 4, p.212-223, 4 ago. 2014. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

MACHADO, M.; CAMPOS, M.; SAUSEN, P.; SPERANDIO, M. **Desenvolvimento de modelos de planejamento da expansão de sistemas elétricos para integração de geração fotovoltaica e veículos elétricos**. Revista Brasileira de Energia, 2023. v. 28, n. 4, p. 95–105.

MATAVELLI, A. C. **Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas**. 2013. p. 34.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Resenha Energética Brasileira**. Ministério de Minas e Energia. 31 p. Brasília, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima**, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

NEOENERGIA. **Nossa História**. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sobre-nos/energia-do-futuro/Paginas/nossa-historia.aspx#:~:text=Controlada%20pelo%20grupo%20espanhol%20Iberdrola,no%20Rio%20Grande%20do%20Norte>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

NEOSOLAR. **Painel solar fotovoltaico**. Disponível em: <<http://https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/painel-solar-fotovoltaico/>>. Acesso em: 25 de Dezembro de 2022.

PAGANIN, R.; SIQUEIRA, J. A. C.; SOUZA, S. N. M.; BEDIN, J. **Projeto conceitual de uma residência unifamiliar utilizando técnicas de energias renováveis**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2017. v. 7, n. 2.

PEREIRA, O. S.; RUTHER, R. **Energia solar fotovoltaica**. Revista Brasileira de Energia, 2021.

PORTAL SOLAR. **Energia Fotovoltaica**. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br>>. Acesso em: 21 de Dezembro de 2022.

PORTAL SOLAR. **Imóvel com energia solar pode valorizar de 3% a 6%**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/materias/imovel-com-energia-solar-pode-valorizar-de-3-a-6>. Acesso em: 20 de Setembro de 2023.

RANGEL, M. S.; BORGES, P. B.; SANTOS, I. F. S. **Análise comparativa de custos e tarifas de energias renováveis no Brasil**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.5, n.3, p.267-277, 2016.

REN21. **Renewable 2017 – Global Status Report**. Paris, France. 2017.

REI, F. C. F.; GONÇALVES, A. F.; SOUZA, L. P. **Acordo de Paris: Reflexões e Desafios para o Regime Internacional de Mudanças Climáticas**. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/996>. Acesso em: 04 janeiro de 2023.

RIBEIRO, U. G. V. **Estudo de Viabilidade Econômica de Instalação de Fontes de Energia Renováveis Baseadas em Células Fotovoltaicas Para o Uso Residencial**. 2012. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

RODRIGUES, F.; WODIHY, J.; GONÇALVES, A. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 13. p. 167-180, janeiro de 2017.

SANTOS, D. P.; SOUZA, M. P.; PIMENTEL, B. L.; MAIA, A. M. **A pesquisa quantitativa em administração: definição, características e aplicações**. Revista de Gestão e Projetos, 2021.

SANTOS, F. A.; SANTOS, F. M. **Geração Distribuída versus centralizada**. Instituto Politécnico de Viseu, Viseu - Portugal, 35, novembro 2008.

SILVA, D.C.; JÚNIOR, F. R. F. M.; SILVA, T. M. R.; NUNES, J. B. C. **Características de pesquisas qualitativas: estudo em teses de um programa de pós-graduação em educação**. Educação em revista, 2022.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015. Disponível em: <[www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos)>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

SOLARVOLT. **Sustentabilidade Ambiental na geração de energia Fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/sustentabilidade-ambiental/#:~:text=N%C3%BAmero%20de%20C3%A1rvores%20cultivadas%3A&text=O%20n%C3%BAmero%20de%20C3%A1rvores%20cultivadas,depende%20da%20esp%C3%A9cie%20da%20C3%A1rvore>. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

SOLARPRIME. **Descubra quais fatores influenciam na geração de energia solar**. Disponível em: <https://solarprime.com.br/descubra-quais-os-fatores-que-influenciam-na-geracao-de-energia-solar/#:~:text=A%20efici%C3%AÂncia%20do%20m%C3%B3dulo%20fotovoltaico,sistema%20ao%20longo%20do%20ano>. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

TORRES, I. C.; SOUZA, L. F. L. **Análise dos parâmetros elétricos de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de uma residência.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2018.

TOLMASQUIM, M. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** 1. ed. Rio de Janeiro: 2016 v. 53. 1. ed. Rio de Janeiro: 2016. v. 53.

VARGAS, M. C.; SIQUEIRA, J. A. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; ZAMPIVA, M. M. M.; CUNHA, E. A. A.; BOHN, C. A. **Métodos de determinação da radiação solar global em diferentes planos inclinados.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2017.

WANDERLEY, A. C. F.; CAMPOS, A. L. P. S. **Perspectivas de inserção da energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte.** Holos, [s.l.], v. 3, p.3-14, 2 ago. 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## ANEXO A - RELATÓRIO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DA NEOENERGIA

Código do Cliente	Equivalente
cod_7044353371	Galpão
cod_7037597117	Residência de morada
cod_7043729289	Área comum de um condomínio residencial
cod_108916028	Condomínio c/ 12 apartamentos
cod_7043729050	Ponto Comercial (1)
cod_7037596927	Ponto Comercial (2)

Mês	Código do Cliente	Energia Consumida (KWh)	Energia Injetada (KWh)	Energia Faturada (KWh)	KWh Compensado	Crédito (KWh)
jun_22	cod_7037596927	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
jun_22	cod_7037597117	24,00	0,00	30,00	0,00	0,00
jun_22	cod_7043729289	324,00	0,00	324,00	0,00	0,00
jun_22	cod_7044353371	1,00	0,00	100,00	0,00	0,00
jul_22	cod_7037596927	20,00	0,00	30,00	0,00	554,15
jul_22	cod_7037597117	26,00	0,00	30,00	0,00	0,00
jul_22	cod_7043729050	1455,00	0,00	30,00	0,00	0,00
jul_22	cod_108916028	2130,00	0,00	100,00	0,00	0,00
jul_22	cod_7043729289	296,00	0,00	100,00	0,00	416,15
jul_22	cod_7044353371	10,00	3771,00	100,00	10,00	0,00
ago_22	cod_7037596927	40,00	0,00	30,00	10,00	0,00
ago_22	cod_7037597117	50,00	0,00	30,00	20,00	0,00
ago_22	cod_7043729050	1539,00	0,00	636,36	902,64	0,00
ago_22	cod_108916028	1886,00	0,00	381,60	1504,40	0,00
ago_22	cod_7043729289	248,00	0,00	100,00	148,00	0,00
ago_22	cod_7044353371	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
set_22	cod_7037596927	71,00	0,00	30,00	71,00	652,45
set_22	cod_7037597117	112,00	0,00	30,00	112,00	0,00
set_22	cod_7043729050	1678,00	0,00	520,48	1157,52	0,00
set_22	cod_108916028	2110,00	0,00	180,80	1626,20	0,00
set_22	cod_7043729289	255,00	0,00	100,00	255,00	468,45
set_22	cod_7044353371	4,00	4827,00	100,00	4,00	0,00
out_22	cod_7037596927	119,00	0,00	30,00	119,00	645,70
out_22	cod_7037597117	158,00	0,00	30,00	158,00	134,24
out_22	cod_7043729050	1560,00	0,00	336,48	1223,52	0,00

out_22	cod_108916028	1898,00	0,00	100,00	1898,00	0,00
out_22	cod_7043729289	227,00	0,00	100,00	227,00	537,70
out_22	cod_7044353371	3,00	5101,00	100,00	3,00	0,00
nov_22	cod_7037596927	252,00	0,00	30,00	252,00	522,00
nov_22	cod_7037597117	244,00	0,00	30,00	244,00	65,60
nov_22	cod_7043729050	1492,00	0,00	253,60	1238,40	0,00
nov_22	cod_108916028	2197,00	0,00	100,00	2097,00	0,00
nov_22	cod_7043729289	286,00	0,00	100,00	286,00	488,00
nov_22	cod_7044353371	3,00	5163,00	100,00	3,00	0,00
dez_22	cod_7037596927	64,00	0,00	30,00	64,00	777,65
dez_22	cod_7037597117	31,00	0,00	30,00	31,00	305,66
dez_22	cod_7043729050	1573,00	0,00	226,36	1346,64	0,00
dez_22	cod_108916028	2450,00	0,00	100,00	2350,00	0,00
dez_22	cod_7043729289	224,00	0,00	100,00	224,00	617,65
dez_22	cod_7044353371	2,00	5613,00	100,00	2,00	0,00
jan_23	cod_7037596927	506,00	0,00	30,00	476,00	285,55
jan_23	cod_7037597117	642,00	0,00	30,00	612,00	0,00
jan_23	cod_7043729050	1320,00	0,00	101,52	1218,48	0,00
jan_23	cod_108916028	2339,00	0,00	305,60	2033,40	0,00
jan_23	cod_7043729289	264,00	0,00	100,00	164,00	597,55
jan_23	cod_7044353371	2,00	5077,00	100,00	0,00	0,00
fev_23	cod_7037596927	251,00	0,00	30,00	221,00	505,75
fev_23	cod_7037597117	410,00	0,00	30,00	380,00	0,00
fev_23	cod_7043729050	1551,00	0,00	388,20	1162,80	0,00
fev_23	cod_108916028	2336,00	0,00	398,00	1938,00	0,00
fev_23	cod_7043729289	249,00	0,00	100,00	149,00	577,75
fev_23	cod_7044353371	3,00	4845,00	100,00	0,00	0,00
mar_23	cod_7037596927	170,00	0,00	30,00	140,00	598,00
mar_23	cod_7037597117	131,00	0,00	30,00	101,00	194,20
mar_23	cod_7043729050	1734,00	0,00	553,20	1180,80	0,00
mar_23	cod_108916028	2020,00	0,00	100,00	1920,00	0,00
mar_23	cod_7043729289	306,00	0,00	100,00	206,00	532,00
mar_23	cod_7044353371	3,00	4920,00	100,00	0,00	0,00
abr_23	cod_7037596927	236,00	0,00	30,00	206,00	342,85
abr_23	cod_7037597117	226,00	0,00	30,00	196,00	23,54
abr_23	cod_7043729050	1482,00	0,00	603,84	878,16	0,00
abr_23	cod_108916028	2010,00	0,00	498,40	1511,60	0,00
abr_23	cod_7043729289	256,00	0,00	100,00	156,00	392,85
abr_23	cod_7044353371	7,00	2659,00	100,00	0,00	0,00
mai_23	cod_7037596927	55,00	0,00	30,00	25,00	577,55

mai_23	cod_7037597117	147,00	0,00	30,00	117,00	124,02
mai_23	cod_7043729050	1647,00	0,00	682,92	964,08	0,00
mai_23	cod_108916028	1857,00	0,00	250,20	1606,80	0,00
mai_23	cod_7043729289	316,00	0,00	100,00	216,00	386,55
mai_23	cod_7044353371	10,00	4017,00	100,00	0,00	0,00
jun_23	cod_7037596927	325,00	0,00	30,00	295,00	199,40
jun_23	cod_7037597117	53,00	0,00	30,00	23,00	174,76
jun_23	cod_7043729050	1722,00	0,00	900,96	821,04	0,00
jun_23	cod_108916028	1771,00	0,00	252,60	1518,40	0,00
jun_23	cod_7043729289	247,00	0,00	100,00	147,00	347,40
jun_23	cod_7044353371	15,00	3296,00	100,00	0,00	0,00
Σ	-	51.700,00	49289,00	11605,12	38.170,88	12045,12

**ANEXO B – RELATÓRIO DA FATURA COM ENCARGOS ADAPTADO DA  
NEOENERGIA**

<b>Código do Cliente</b>	<b>Equivalente</b>
cod_7044353371	Galpão
cod_7037597117	Residência de morada
cod_7043729289	Área comum de um condomínio residencial
cod_108916028	Condomínio c/ 12 apartamentos
cod_7043729050	Ponto Comercial (1)
cod_7037596927	Ponto Comercial (2)

<b>Mês</b>	<b>Código do Cliente</b>	<b>Ticket Médio (B1)</b>	<b>Contribuição Iluminação Pública (CIP)</b>	<b>ICMS</b>	<b>PIS/COFINS</b>	<b>Energia Faturada c/ compensado em R\$</b>	<b>Energia Faturada s/ compensado em R\$</b>
jun_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	27,0
jun_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	27,0
jun_22	cod_7043729289	0,65	44,00	21,70%	5,90%	326,2	326,2
jun_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	99,4
jul_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	25,3
jul_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	25,3
jul_22	cod_7043729050	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	1.268,7
jul_22	cod_108916028	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	1.831,3
jul_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	290,8
jul_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
ago_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	37,3
ago_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	45,7
ago_22	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	586,5	1.338,7
ago_22	cod_108916028	0,65	44,00	21,70%	5,90%	374,2	1.627,9
ago_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	250,8
ago_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
set_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	75,2
set_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	125,4
set_22	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	489,9	1.454,6
set_22	cod_108916028	0,65	25,15	21,70%	5,90%	182,8	1.814,6
set_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	256,6

set_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
out_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	131,3
out_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	163,8
out_22	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	336,6	1.356,2
out_22	cod_108916028	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	1.637,9
out_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	233,3
out_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
nov_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	254,1
nov_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	247,5
nov_22	cod_7043729050	0,65	34,58	21,70%	5,90%	255,5	1.299,6
nov_22	cod_108916028	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	1.887,1
nov_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	282,5
nov_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
dez_22	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	69,4
dez_22	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	29,8
dez_22	cod_7043729050	0,65	34,58	21,70%	5,90%	232,8	1.367,1
dez_22	cod_108916028	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	2.098,0
dez_22	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	230,8
dez_22	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
jan_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	477,8
jan_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	591,2
jan_23	cod_7043729050	0,65	25,15	21,70%	5,90%	116,7	1.156,2
jan_23	cod_108916028	0,65	44,00	21,70%	5,90%	310,8	2.005,5
jan_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	264,1
jan_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
fev_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	253,3
fev_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	397,8
fev_23	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	379,7	1.348,7
fev_23	cod_108916028	0,65	44,00	21,70%	5,90%	387,8	2.003,0
fev_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	209,5
fev_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
mar_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	173,8
mar_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	141,3

mar_23	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	517,2	1.501,2
mar_23	cod_108916028	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	1.739,6
mar_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	311,2
mar_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	83,6
abr_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	252,8
abr_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	244,5
abr_23	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	559,4	1.291,2
abr_23	cod_108916028	0,65	44,00	21,70%	5,90%	471,5	1.731,3
abr_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	257,5
abr_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	99,4
mai_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	61,9
mai_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	154,6
mai_23	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	625,3	1.428,7
mai_23	cod_108916028	0,65	34,58	21,70%	5,90%	252,6	1.603,8
mai_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	319,5
mai_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	99,4
jun_23	cod_7037596927	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	327,0
jun_23	cod_7037597117	0,65	1,57	21,70%	5,90%	27,0	60,2
jun_23	cod_7043729050	0,65	44,00	21,70%	5,90%	807,0	1.491,2
jun_23	cod_108916028	0,65	34,58	21,70%	5,90%	254,6	1.532,1
jun_23	cod_7043729289	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	250,0
jun_23	cod_7044353371	0,65	12,57	21,70%	5,90%	99,4	99,4
Σ	-	-	-	-	-	<b>11.177,5</b>	<b>46.867,4</b>

HIGOR GUSTAVO CORDEIRO DE OLIVEIRA

**ENERGIA SOLAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso em um galpão na cidade de Belo Jardim-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Construção Civil

Aprovado em 05 de outubro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento  
(Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Dannúbia Ribeiro Pires  
(Avaliadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Flávio Eduardo Gomes Diniz  
(Avaliador)  
Universidade Federal de Pernambuco