



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FELIPE FELIX DA SILVA**

**SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID: UM ESTUDO  
APLICADO NO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO  
SEMIÁRIDO - CDSA**

**SUMÉ – PB  
2023**

**FELIPE FELIX DA SILVA**

**SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID: UM ESTUDO  
APLICADO NO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO  
SEMIÁRIDO - CDSA**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Professor Dr. Robson Fernandes Barbosa.**

**SUMÉ - PB  
2023**



S586s Silva, Felipe Felix da.

Simulação de um sistema fotovoltaico on grid: um estudo aplicado no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA. / Felipe Felix da Silva. - 2023.

62 f.

Orientador: Professor Dr. Robson Fernandes Barbosa.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Energia solar. 2. Payback. 3. Viabilidade econômica e financeira - energia solar. 4. Sistema on grid. 5. Investimento em energia solar fotovoltaica. 6. Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. 7. Energias renováveis. 8. Engenharia Econômica. I. Barbosa, Robson Fernandes. III. Título.

CDU: 658.5:33(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**FELIPE FELIX DA SILVA**

**SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON GRID: UM ESTUDO  
APLICADO NO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO  
SEMIÁRIDO - CDSA**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. Robson Fernandes Barbosa  
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**

---

**Professor Dr. Patrício José Félix da Silva  
Examinador I – UAEP/CDSA/UFCG**

---

**Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Junior.  
Examinador II – UATEC/CDSA/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 09 de novembro de 2023.**

**SUMÉ - PB**

*Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus e a interceção da Virgem Maria, pelas inúmeras oportunidades e por guiar-me diariamente. Também o dedico a minha mãe, pelo seu amor incondicional e paciência.*

## AGRADECIMENTOS

Toda honra e toda glória a Deus, a Ele o meu mais sincero obrigado, por todas as oportunidades que me foram concedidas ao longo deste árduo e difícil processo. Pela sabedoria, discernimento, paciência e controle emocional. Sem Ele nada seria possível, meus sinceros agradecimentos ao grande regente do universo.

A minha mãe, Valderisa Maria, por acreditar e depositar todas as suas fichas em mim, que sem dúvidas foi e sempre será minha maior professora e educanda da vida. Com certeza minha maior inspiração e motivação, Te amo, mãe.

Ao meu pai, Felix João (*In memoriam*).

A Francely de Lima, que foi fundamental para me motivar em momentos difíceis, me nortear, incentivar, aplicando broncas quando necessário, de coração, obrigado, obrigado por acreditar em mim.

Aos meus professores, por todos os ensinamentos que vão além da sala de aula, por toda paciência para educar-me e preparar-me como profissional.

Aos amigos que fiz ao longo do curso e que compartilharam momentos difíceis e incríveis comigo.

Aos amigos de minha terra natal, Tuparetama – PE, que ao decorrer dos anos também me incentivaram e ajudaram de maneira importante.

Ao meu professor e orientador, Dr. Robson Fernandes por acreditar no meu projeto e ideia, por me ajudar a desenvolvê-lo e me incentivar ao longo deste processo difícil de dedicação. Sem sombra de dúvida você foi fundamental para este momento.

A Cláudio e Carlinhos, que ao longo dos anos de discente me ajudaram no deslocamento até Sumé – PB.

A mim, por ser conhecedor do quão difícil e complicado foi este processo, pelas noites em claro, pela dedicação no trajeto, pela fé e por não desistir.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse momento chegasse, para que eu me tornasse um Engenheiro de Produção, meu muitíssimo obrigado.

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!

Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

Josué 1:9

## RESUMO

A energia fotovoltaica é uma forma de energia renovável que aproveita a luz do sol para gerar eletricidade. Essa tecnologia tem se tornado cada vez mais popular devido aos seus benefícios econômicos e ambientais e desempenha um papel importante na transição global para fontes de energia mais limpas e sustentáveis. Em geral, o consumidor instala, gera e consome a própria energia, o excedente é distribuído junto a concessionária, podendo ser utilizada em até 5 anos. Até 2021 não existia uma taxaço, porém em janeiro de 2022 entrou em vigor a PL 582 convertida na lei 14.300, chamada “taxaço do sol” que se aplica sobre os fios distribuidores. Ainda assim, a aplicaço de sistemas fotovoltaicos permanecem rentáveis e com um crescente percentual de contratantes nos últimos anos, tendo um aumento de 84% no ano de 2022(ano em que a lei entrou em vigor). Para que esse processo ocorra, se faz necessário um investimento inicial. E este trabalho pretende simular a aplicaço de um sistema fotovoltaico *on grid* no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande -UFCG. Trata-se de um estudo exploratório e de natureza aplicada. Aplica ao qual um *Payback* Simples que simula o tempo de retorno investido e também a economia gerada pelo sistema, onde o Campus teria sua própria usina fotovoltaica. Os resultados permitiram desenvolver um sistema *On Grid* de geração autônoma de energia limpa e sustentável, onde através de uma ferramenta desenvolvida no próprio *software*, foi possível mensurar o tempo de retorno investido e quantidade de energia gerada, tendo uma visão completa do projeto simulado no CDSA. Por fim, foi possível chegar a conclusões satisfatórias, possibilitando um valor estimado de R\$ R\$1.640.235,04 de retorno investido em apenas 4 anos, com uma geração média de 44.062 kWh/mês atendendo as necessidades de geração do Campus um uma economia alcançada, proporcionando a universidade uma aplicaço imediata ou futura do projeto.

**Palavras Chaves:** Energia Solar, *Pay Back*, Investimento Inicial.



## ABSTRACT

Photovoltaic energy is a form of renewable energy that utilizes sunlight to generate electricity. This technology has become increasingly popular due to its economic and environmental benefits and plays an important role in the global transition to cleaner and more sustainable energy sources. In general, the consumer installs, generates and consumes its own energy, the surplus is distributed with the dealer, and can be used in up to 5 years. Until 2021, there was no taxation, but in January 2022, PL 582 was converted into the law 14.300, called “taxation of the sun” that applies to the distribution wires. Still, the application of photovoltaic systems remain profitable and with a growing percentage of contractors in recent years, having an increase of 84% in the year 2022(ano em que a lei entrou em vigor). In order for this process to take place, an initial investment is required. And this work aims to simulate the application of a photovoltaic system on grid at the Semiárido Sustainable Development Center (CDSA) of the Federal University of Campina Grande -UFCG. It is an exploratory and applied study. It applies to which a Simple Pay Back that simulates the return time invested and also the savings generated by the system, where the Campus would have its own photovoltaic power plant. The results allowed to develop an On Grid system of autonomous generation of clean and sustainable energy, where through a tool developed in the software itself, it was possible to measure the return time invested and the amount of energy generated having a complete view of the project simulated in the CDSA. Finally, it was possible to reach satisfactory conclusions, enabling an estimated value of R\$ R\$ 1.640.235,04 of return invested in only 4 years, with an average generation of 44.062 kWh/month meeting the needs of the Campus generation a achieved economy, providing the university an immediate or future application of the project.

**Keywords:** Solar Energy, Pay Back, Initial Investment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Estágio de Desenvolvimento Energético .....	17
<b>Figura 2</b> – Fontes de Energias .....	18
<b>Figura 3</b> – Demanda de Energia Mundial.....	19
<b>Figura 4</b> – Tipos de Sistema .....	21
<b>Figura 5</b> - Sistema On Grid.....	22
<b>Figura 6</b> - Índice de Irradiação Solar no Brasil .....	25
<b>Figura 7</b> – Potencial Médio de Energia Solar por Regiões .....	26
<b>Figura 8</b> - Média diária de energia solar de ondas curtas incidente em Sumé .....	27
<b>Figura 9</b> – Fluxograma de Dimensionamento .....	28
<b>Figura 10</b> - Imagem Satélite do CDSA.....	32
<b>Figura 11</b> - Fluxograma de Processos .....	34
<b>Figura 12</b> – Ferramenta de Simulação no Excel.....	34
<b>Figura 13</b> – Ferramenta de Simulação no Excel.....	35
<b>Figura 14</b> - <i>Pay Back</i> Simples .....	36
<b>Figura 15</b> – Pesquisa no Google Maps Sobre o CDSA - UFCG.....	37
<b>Figura 16</b> – Obtendo Coordenadas .....	37
<b>Figura 17</b> – Site CRESESB .....	38
<b>Figura 18</b> –Coordenadas Geográficas .....	38
<b>Figura 19</b> – Médias de Irradiação Solar em 12 meses.....	38
<b>Figura 20</b> – Tarifas consideradas e Média de Consumo em kWh/ano .....	41
<b>Figura 21</b> – Imagem Satélite do Projeto .....	44
<b>Figura 22</b> – Ciclo de Entrega.....	46
<b>Figura 23</b> – Tabela de Dados da Simulação .....	47
<b>Figura 24</b> – Tabela de Dados da Simulação .....	47
<b>Figura 25</b> – Gráfico de Barras .....	48
<b>Figura 26</b> - Investimento .....	48
<b>Figura 27</b> – <i>Pay Back</i> .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Classificação da Pesquisa .....	<b>31</b>
<b>Tabela 2</b> - Tarifas R\$/kWh por Estado .....	<b>39</b>
<b>Tabela 3</b> - Informações de Custo – 12 Meses .....	<b>40</b>
<b>Tabela 4</b> - Custo Anual/Média de Demanda Anual em kWh/ano .....	<b>41</b>
<b>Tabela 5</b> - Equipamentos de Instalação .....	<b>42</b>
<b>Tabela 6</b> - Demanda Necessária e Demanda Oferecida.....	<b>43</b>
<b>Tabela 8</b> - Cenários Propostos .....	<b>45</b>
<b>Tabela 9</b> - Sistema Proposto .....	<b>45</b>
<b>Tabela 10</b> - <i>Pay Back</i> .....	<b>49</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.2	<b>FONTES DE ENERGIAS ALTERNATIVAS.....</b>	<b>14</b>
2.2.1	<b>Tipos de Energias Alternativas.....</b>	<b>14</b>
2.2.2	<b>Energia Solar.....</b>	<b>16</b>
2.2.3	<b>Sistemas Fotovoltaicos.....</b>	<b>18</b>
2.2.4	<b>Sistema <i>On Grid</i>.....</b>	<b>20</b>
2.2.5	<b>Engenharia Econômica.....</b>	<b>21</b>
2.2.6	<b><i>Payback</i>.....</b>	<b>21</b>
2.2.7	<b>Gerenciamento de Projetos.....</b>	<b>22</b>
2.2.8	<b>Radiação Solar no Brasil.....</b>	<b>23</b>
2.2.9	<b>Radiação Solar em Sumé – PB.....</b>	<b>24</b>
2.2.10	<b>Dimensionamento.....</b>	<b>26</b>
2.2.11	<b>Economia através do Sistema Solar.....</b>	<b>27</b>
2.2.12	<b>5929 LEI 14.300 - Energia Solar.....</b>	<b>28</b>
2.2.13	<b>Princípios Básicos da Administração Pública.....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
3.1	<b>CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>31</b>
3.2	<b>OBJETO DE ESTUDO: UFCG – CDSA.....</b>	<b>32</b>
3.3	<b>ETAPAS DA PESQUISA.....</b>	<b>33</b>
3.4	<b>SIMULAÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>37</b>
4.1	<b>ETAPAS E FERRAMENTAS.....</b>	<b>37</b>
4.2	<b>TARIFAS.....</b>	<b>40</b>
4.3	<b>PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>40</b>
4.4	<b>EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS.....</b>	<b>42</b>
4.5	<b>FUNCIONAMENTO E INTALAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>43</b>
4.6	<b>INVESTIMENTO.....</b>	<b>45</b>
4.7	<b><i>PAYBACK</i>.....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A energia solar é uma fonte renovável e sustentável que utiliza a radiação solar para gerar eletricidade ou calor. É uma das formas mais abundantes de recursos naturais disponíveis em todo o planeta e sua captura e conversão em energia útil têm ganhado destaque como uma alternativa promissora para enfrentar os desafios relacionados às mudanças climáticas e à dependência de fontes de energia não renováveis.

Os sistemas fotovoltaicos são responsáveis por realizar tal transformação, mais precisamente luz solar em energia elétrica. Gerando corrente, as células fotovoltaicas, que geralmente são feitas de silício, absorvem fótons da luz solar. Essa energia pode ser usada no local ou integrada à rede elétrica. Após capturada pelas placas solares, os inversores transformam a corrente contínua(CC) capturada em corrente alternada(CA), distribuindo assim para o local instalado.

Atualmente a energia fotovoltaica representa apenas 2,9% de toda matriz energética do Brasil. Derivados fósseis ainda representam a maior porcentagem em participação, é o caso do petróleo e derivados (36%), seguido de gás natural (13,4%) e carvão mineral (5,6%).

Produzir energia elétrica mediante um sistema exposto à luz do sol, não é tão novo assim. No ano de 1839, o físico francês Edmond Becquerel observou que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido gerariam eletricidade quando expostas à luz solar. Esse fenômeno foi chamado de efeito fotovoltaico.

Ainda em 1883, o americano Charles Fritts, fez a primeira célula solar feita de folhas de selênio. Apesar de uma eficiência de conversão elétrica de apenas 1%, seu dispositivo teve um grande impacto porque as pessoas não acreditavam que a energia pudesse ser produzida sem a queima de combustível. Dando a ideia que era possível gerar uma energia limpa.

Na década de 50 o famoso jornal “New York Times” em uma de suas notícias diárias, mais precisamente no dia 26 de Abril de 1954 publicou que as células fotovoltaicas de silício poderiam ser a possibilidade futura de aproveitar energia ilimitada, tal como a radiação solar.

Seguindo-se esse mesmo raciocínio, é notório que a energia produzida por meio de um sistema solar é uma fonte de energia limpa, além do que, esses tipos de sistema aproveitam o grande potencial de regiões quentes, como a região Nordeste, especificamente a Paraíba neste trabalho. Estado nordestino, com a região do Cariri com alto potencial de instalação de sistemas solares, por possuir um índice alto de irradiação solar em praticamente todos os meses do ano. Sumé, localizada nessa região, tem um alto índice de exploração fotovoltaica.

O CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito) destina-se a calcular esta irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional, não só no Cariri Paraibano e constitui-se em uma tentativa de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. (CENSOLAR, 2023)

Por sua vez, a Engenharia Econômica e o Gerenciamento de Projetos, especificamente a fase do estudo de viabilidade econômica, que pode ser definido como o estágio de criação de algo novo. Tem como principal objetivo promover e melhorar a qualidade de vida ou a qualidade dos processos já existentes, utilizando ferramentas adequadas, neste caso um projeto fotovoltaico *On Grid*, trazendo um efeito positivo. Esse tipo de escolha pode inspirar e ser visto na era atual de uma maneira muito renovadora.

Sistemas *On Grid*, são aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica. (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013).

A vista disto, a proposta em estudo, dedicou-se na análise de implantação de um sistema conectado à rede (*On Grid*) para a demanda de energia de uma usina no Campus da UFCG - CDSA na Cidade de Sumé – PB. Este estudo poderá trazer uma redução de custos para a universidade por meio da adoção da energia solar e se alinhar a ideia central da temática da sustentabilidade na vertente financeira e ambiental, proporcionando um Campus cada vez mais voltado para a cultura sustentável.

Para o cumprimento de tal objetivo, buscou-se fazer uso de ferramentas e métodos estudados para analisar benefícios, retorno sobre o investimento e apresentar uma visão mais ampla de todo o projeto de implantação ao longo do currículo de Engenharia de Produção.

## 1.1 OBJETIVOS

Analisar por meio de uma simulação a viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico *On Grid* no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantamento do consumo de energia e custo ao longo de um ano do CDSA.
- Dimensionar um sistema fotovoltaico *On Grid*.
- Quantificar a energia produzida pelo sistema fotovoltaico ao longo de um ano.
- Apontar ao Campus uma maneira sustentável de geração de energia limpa.
- Avaliar viabilidade e o tempo de retorno para o investimento através de uma previsão fornecida pelo *Payback* simples e realizar a avaliação do investimento tendo como parâmetro a demanda histórica;

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

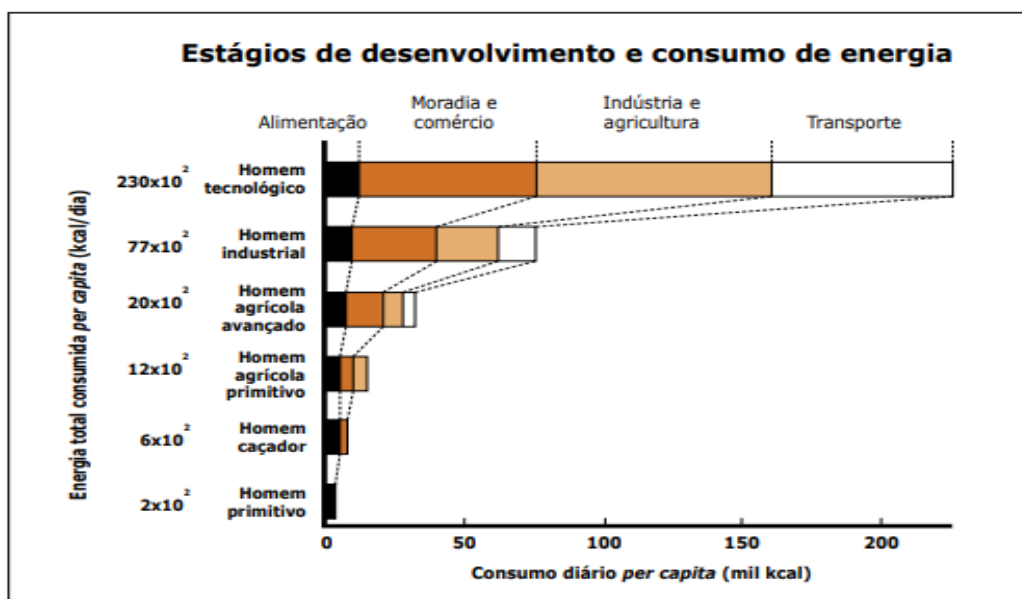
### 2.2 FONTES DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

#### 2.2.1 Tipos de Energias Alternativas

No começo da Idade Moderna (1400 d.C.), o homem passou a utilizar as quedas d'água e os ventos para moer trigo e realizar outras tarefas. A energia de origem fóssil também era utilizada, mas com baixa intensidade: carvão mineral que aflorava da terra aquecia ambientes e fornecia calor para pequenas manufaturas, como a siderurgia. O petróleo também aflorava, mas era praticamente desconhecido: era utilizado na iluminação quando o óleo de baleia se tornava escasso. (Albuquerque, 2007)

Com a Revolução Industrial de 1875 o homem desenvolveu a máquina a vapor e multiplicou ainda mais suas capacidades na indústria e no transporte. A população cresceu e junto o consumo de energia. No século XX, o homem tecnológico aprimorou a máquina a vapor e desenvolveu motores de combustão interna movidos a gasolina e diesel, que são derivados do petróleo. Alguns experimentos também foram realizados com óleos vegetais, mas os derivados de petróleo eram bastante confiáveis, abundantes, baratos, fáceis de estocar e transportar. (Kanghamen, 2023)

**Figura 1 – Estágio de Desenvolvimento Energético**



Fonte: Revista USP (2003)



A Terra recebe muita energia do Sol, mas pouca é usada. Os ventos, os potenciais hidráulicos dos rios (por evaporação e condensação), as correntes marinhas e uma parte da radiação solar fornecem calor.

As fontes "novas" estão começando a competir comercialmente com as fontes tradicionais, sejam elas renováveis ou não. É o caso de painéis solares fotovoltaicos, aquecedores solares, pequenas centrais hidrelétricas (apesar de conhecidas, ainda carecem de equipamentos baratos), usinas de geração de eletricidade por ondas e marés, turbinas eólicas, usinas geotermiais e biomassa moderna.

**Figura 2** – Fontes de Energias

Fontes		Energia primária	Energia secundária	
Não-renováveis	Fósseis	carvão mineral	termoeletricidade, calor, combustível para transporte	
		petróleo e derivados		
gás natural				
	Nuclear	materiais físséis	termoeletricidade, calor	
Renováveis	"Tradicionais"	biomassa primitiva: lenha de desmatamento	calor	
	"Convencionais"	potenciais hidráulicos de médio e grande porte	hidreletricidade	
		potenciais hidráulicos de pequeno porte		
	"Novas"	biomassa "moderna": lenha replantada, culturas energéticas (cana-de-açúcar, óleos vegetais)	biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor	
		outros	energia solar	calor, eletricidade fotovoltaica
			geotermal	calor e eletricidade
			eólica	eletricidade
maremotriz e das ondas				

**Fonte:** Revista USP (2003)

As fontes de energia fóssil e nuclear são consideradas não renováveis porque a reposição delas requer um horizonte geológico. Além disso, as fontes de energia renováveis são fornecidas imediatamente pela natureza. Esses exemplos incluem energia hidráulica (quedas d'água), energia eólica (ventos), energia das marés e das ondas, radiação solar e calor geotermal do fundo da Terra.

### **2.2.2 Energia Solar**

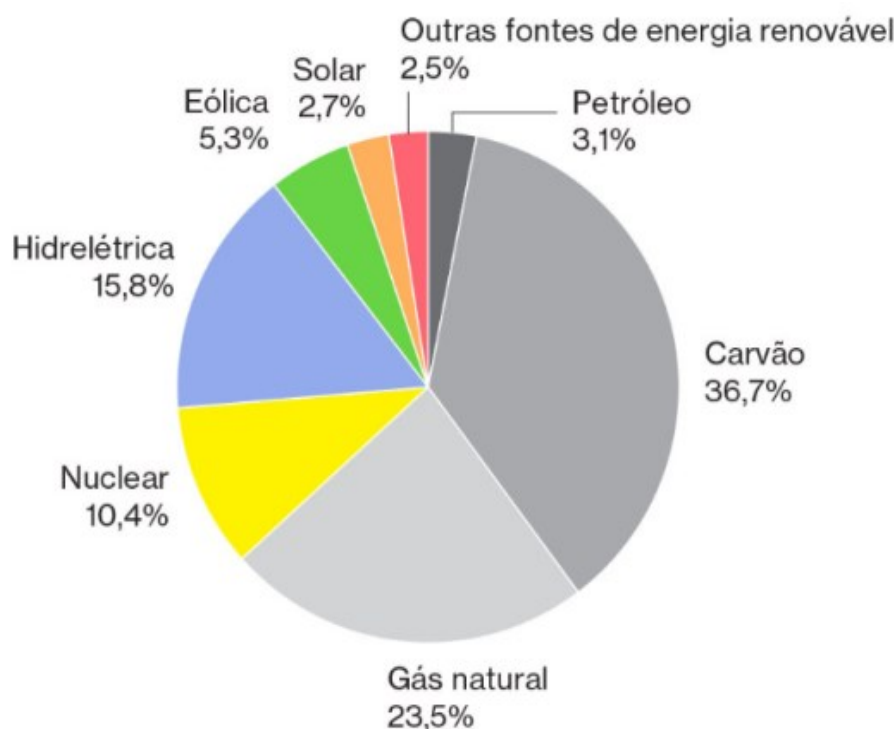
Quase que na totalidade, o modelo de geração de energia brasileira baseia-se em fontes hidroelétricas, devido à abundância desse recurso nacionalmente, no entanto, crises hídricas atuais e possíveis futuras são a grande preocupação para esse tipo de geração energética (SUZIGAN, 2015; EPE, 2022)

O Brasil é um país tropical que possui regiões com tipos de clima distintos e que ao longo dos anos podem sofrer com oscilações climáticas, o que acarreta muitas vezes em crises hídricas prolongadas ou enchentes inesperadas. As alternativas para fugir da dependência de hidroelétricas já é estudada a diversos anos, pois além da preocupação com os recursos hídricos terem aumentando, é importante pensar-se em alternativas diferentes, isso implica em pensar em outros tipos de fontes de energia, principalmente renováveis, como a energia solar.

O desenvolvimento global em atividades econômicas, industriais e humanas, apressou em enorme quantidade o consumo de energia no Brasil e também no mundo, pondo em cheque as fontes de energia finitas, que não se renovam com o passar do tempo, como o petróleo, carvão mineral, entre outras energias fósseis.

Sabendo disso, políticos e líderes de todo o mundo, tem estudado e buscado alternativas viáveis e menos nocivas ao meio ambiente para que o planeta não entre em colapso e acarrete uma crise energética.

Na Figura 3 é possível observar a contribuição de cada fonte de demanda mundial de energia primária em 2019 (IEA;REN 21, 2019)

**Figura 3 - Demanda de Energia Mundial**

**Fonte:** Livro de Energias Renováveis(2019)

O termo energia solar fotovoltaica refere-se à energia produzida pela transformação direta da radiação solar em eletricidade. Isso é feito por meio de um dispositivo chamado célula fotovoltaica, que funciona com base no princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico.

Os sistemas fotovoltaicos estão se tornando cada vez mais populares como parte da busca por novas tecnologias que empregam fontes de energia renováveis. Assim, novos materiais foram explorados e pesquisas foram realizadas para acelerar o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica. O Brasil tem um grande potencial para energia renovável; a adoção de mais energia solar diminuiria a necessidade de combustíveis fósseis.

No Brasil, o elevado custo da energia promove o interesse pelo conhecimento do uso de fontes geradoras de energia renováveis que dispõem de recursos naturais. Dentre essas fontes pode-se citar as energias marinha, eólica, solar, entre outros tipos. Deste modo, a energia solar é considerada muito promissora na geração de eletricidade, sendo a energia fotovoltaica amplamente evidenciada, que atua na transformação de energia solar em energia elétrica por meio de células fotovoltaicas (BORGES e SERA, 2010; CEPEL-CRESESB, 2014).

Em resumo, a energia solar desempenha um papel crucial na transição para um futuro mais sustentável e limpo. À medida que as tecnologias continuam a se desenvolver e os custos

diminuem, é esperado que a energia solar desempenhe um papel cada vez mais importante em nossas vidas, mantendo a não dependência de fontes de energia não renováveis e ajudando a diminuir os impactos das mudanças climáticas.

O sistema fotovoltaico apresenta alguns impactos benéficos na sua implantação e uso, seja ele em empresas, indústrias/agroindústrias, construções públicas e residências populares, como, por exemplo: redução de 20% na liberação de dióxido de carbono comparado com a geração de energia térmica, produzindo a mesma energia; não utilização de combustíveis fósseis, por isso, é considerada energia limpa; apresenta vida útil de aproximadamente 25 anos, com pouca ou nenhuma intervenção; baixa e simples manutenção, bem como baixo custo operacional; possui módulos de fácil transporte e adaptação; sistema de tamanho ajustado para a necessidade do empreendimento ou local; podendo resistir as intempéries ambientais, dentre outros. (ASSUNÇÃO, 2010; ABB, 2010; SANTOS e BLANCO, 2022)

No entanto, também apresenta algumas desvantagens como: alto investimento inicial; geração de energia irregular, a depender da radiação solar; pode haver necessidade de baterias para armazenamento de energia, principalmente à noite, encarecendo o sistema; apesar de longa durabilidade, ainda existem dúvidas no adequado descarte dos painéis fotovoltaicos (ASSUNÇÃO, 2010; ABB, 2010; SANTOS e BLANCO, 2022).

Portanto, seguindo as opiniões dos autores, é nítido que as energias renováveis precisam ganhar mais espaço em todo cenário mundial, embora algumas precisem de um alto valor investido, as preocupações vão além do lado econômico, mas também ambiental, devido aos agravantes que o planeta já enfrenta, acarretado pelo esgotamento de alguns tipos de fontes de energia.

### **2.2.3 Sistemas Fotovoltaicos**

Sistemas solares fotovoltaicos apresentam-se de três modelos de operação diferentes, são eles:

- Sistemas Ligados à Rede
- Sistemas Isolados
- Sistemas Híbridos

Sistemas Isolados são sistemas que fornecem energia a um conjunto de baterias a partir da radiação solar, entretanto alguns sistemas isolados não necessitam do banco de baterias. Dessa

forma, em conjunto com o painel solar, o sistema isolado pode incluir, baterias, controlador de carga para efetuar a gestão da carga da bateria e inversor (utilizado no caso de haver cargas alimentadas somente em corrente alternada).

Sistemas ligados a rede, por sua vez ou sistemas On Grid funcionam de maneira que os módulos fotovoltaicos captam a irradiação fornecida pelos raios solares, enviam toda energia diretamente para a rede elétrica, contabilizando toda energia produzida no contador da rede e distribui para a residência que a produz.

Sistemas híbridos, são sistemas que fazem uso da união desses dois tipos de sistemas mencionados. A energia captada é distribuída a unidade produtora e o excedente é armazenado em baterias, porém também lançado a rede.

**Figura 4 - Tipos de Sistema**

Tipo de sistema		Alimentação dos consumidores	Acumulação de energia elétrica	Componentes básicos	Aplicações típicas
Sistemas isolados	Puros	Tensão contínua	Não	Seguidor de potência máxima (desejável)	Bombeamento, produção de hidrogênio etc.
			Sim	Controlador de carga e acumulador	Iluminação, telecomunicações, sinalização náutica, cerca elétrica, proteção catódica etc.
		Tensão alternada	Não	Inversor	Bombeamento, uso industrial etc.
			Sim	Controlador de carga, acumulador e inversor	Eletrificação rural, bombeamento, telecomunicações, uso industrial, iluminação etc.
	Híbridos	Tensão contínua	Sim	Controlador de carga, acumulador e gerador complementar	Telecomunicações, iluminação, sinalização rodoviária e ferroviária etc.
		Tensão alternada	Opcional	Controlador de carga, acumulador opcional e gerador complementar	Iluminação, uso industrial etc.
Sistemas conectados à rede elétrica	Puros	Tensão alternada	Não	Inversor	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
	Híbridos	Tensão alternada	Não	Inversor e gerador complementar	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
			Sim	Inversor, gerador complementar e acumulador	Eletrificação rural, uso industrial, suprimento ininterrupto de energia etc.
NOTA Todos os tipos de sistemas possuem gerador fotovoltaico entre os componentes básicos.					

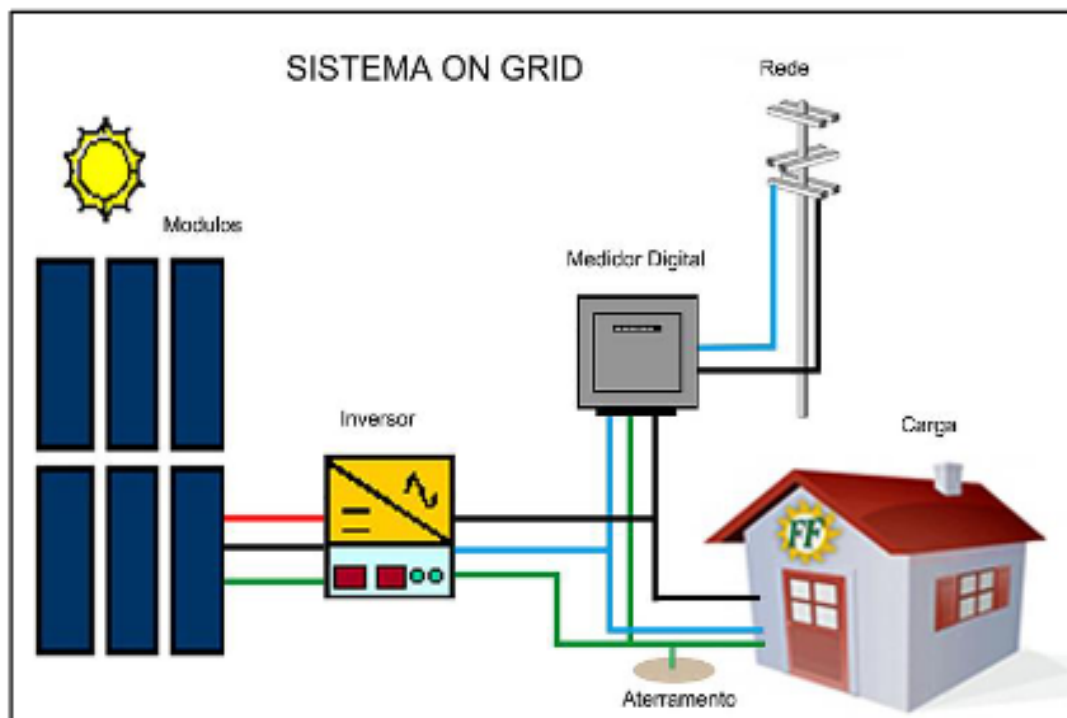
**Fonte:** NBR 11704 (2008)

### 2.2.4 Sistema *On Grid*

Os Sistemas *On Grid* são aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica. (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013).

Em função de sua conexão à rede de transmissão. Esse sistema permite que a energia produzida em excesso e que não for consumida pela residência e já repassada para a rede de transmissão e sendo nesta convertida em créditos de energia para a mesma residência. Tais créditos são reservados por três anos e caso o proprietário da residência não os utilize no período determinado, os mesmos ficam para a concessionária de energia elétrica. Esta troca de energia entre as concessionárias e as residências que adquirem esse sistema, faz com que a redução dos custos com kWh sejam demonstrados na conta de energia da residência. (ANAP, 2015) Pode-se observar na Figura 5 um sistema *On Grid*.

**Figura 5 - Sistema On Grid**



**Fonte:** ANAP (2015)

### 2.2.5 Engenharia Econômica

A engenharia econômica é um ramo da engenharia que usa ideias e técnicas de análise financeira para fazer escolhas sobre projetos, investimentos e despesas. Ela é uma ferramenta essencial para engenheiros que precisam fazer avaliações de viabilidade econômica de projetos e tomar decisões de investimento informadas.(EDEMILSON NOGUEIRA, 2013)

Deste modo, pode-se constatar que em uma organização sempre se encontra na necessidade de tomar decisões para alcançar metas e objetivos traçados. Porém, antes de qualquer tomada de decisão é sempre necessário estudos e avaliações minuciosas para decisões assertivas. E após a investigação de todos os fatores que influenciam o problema, sempre deve-se optar pela opção mais econômica.(EDEMILSON NOGUEIRA, 2013)

Tendo base a fala dos autores, a engenharia econômica ajuda os engenheiros a fazer escolhas inteligentes e otimizar o uso dos recursos financeiros. Em setores como construção civil, indústria, energia e infraestrutura, gestão pública e privada, ela é particularmente muito significativa.

Alguns dos principais conceitos da engenharia econômica incluem:

- Taxa de Juros:
- Custo de Oportunidade:
- Análise de Investimento
- Análise de Sensibilidade
- *Payback*

### 2.2.6 *Payback*

Na engenharia econômica, o *payback*, também conhecido como período de retorno, é uma medida que mostra quanto tempo leva para um investimento recuperar o custo inicial do projeto. Em outras palavras, é a quantidade de tempo que leva para que os ganhos de caixa resultantes de um investimento compensem o investimento inicial.

Ainda que tenha suas limitações, o *Payback* é frequentemente usado como um meio de avaliação preliminar, principalmente quando a liquidez e o retorno rápido do investimento são importantes. O reembolso é expresso em anos e pode ser usado como um indicador rápido de quanto rapidamente o investimento inicial será recuperado.

Utiliza-se a fórmula básica para o cálculo de *Payback*:

$$\textit{Payback} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Fluxo de Caixa Anual Líquido}}$$

- Investimento Inicial: Representa o custo inicial do projeto.
- Fluxo de Caixa Anual Líquido: Refere-se à diferença entre os fluxos de entrada e saída de caixa em um determinado ano.

O período de retorno é expresso em anos e pode ser usado como um indicador rápido para determinar a rapidez com que o investimento inicial será recuperado. Projetos com períodos de retorno mais curtos geralmente são mais atraentes porque sugerem uma recuperação mais rápida do investimento.

### **2.2.7 Gerenciamento de Projetos**

O engenheiro de produção dispendo da ferramenta de gestão de projetos obtém ampla visão do processo produtivo, sendo capaz de almejar e projetar da melhor forma possível todo segmento, com intuito de aumentar os rendimentos e reduzir custos (CASTRO, 2021).

Em resumo, o gerenciamento de projetos é a arte de coordenar atividades visando atingir as expectativas dos stakeholders. Logo, gerar competências na formação de equipes de trabalho passa a ser uma preocupação fundamental, bem como administrar múltiplas funções em diferentes perspectivas (FRAME, 1995; PATAH e CARVALHO, 2002).

Tendo como base as falas dos autores, a gestão ou gerenciamento de projetos é importante em todo e qualquer meio, seja ele empresarial ou não. Todo seguimento é composto de ideias e da execução dessas ideias, pois visa a melhora e o desenvolvimento do meio em que está inserido ou de algo que se deseja inserir.

Toda execução de projeto passa pelo planejamento, para que todos os pontos desejados sejam alinhados e bem estruturados, visando uma execução bem sucedida, tendo em vista metas a se atingir. Portanto, o principal objetivo do gerenciamento de projetos é garantir que um projeto seja concluído com sucesso, entregando o resultado desejado dentro dos parâmetros estabelecidos.

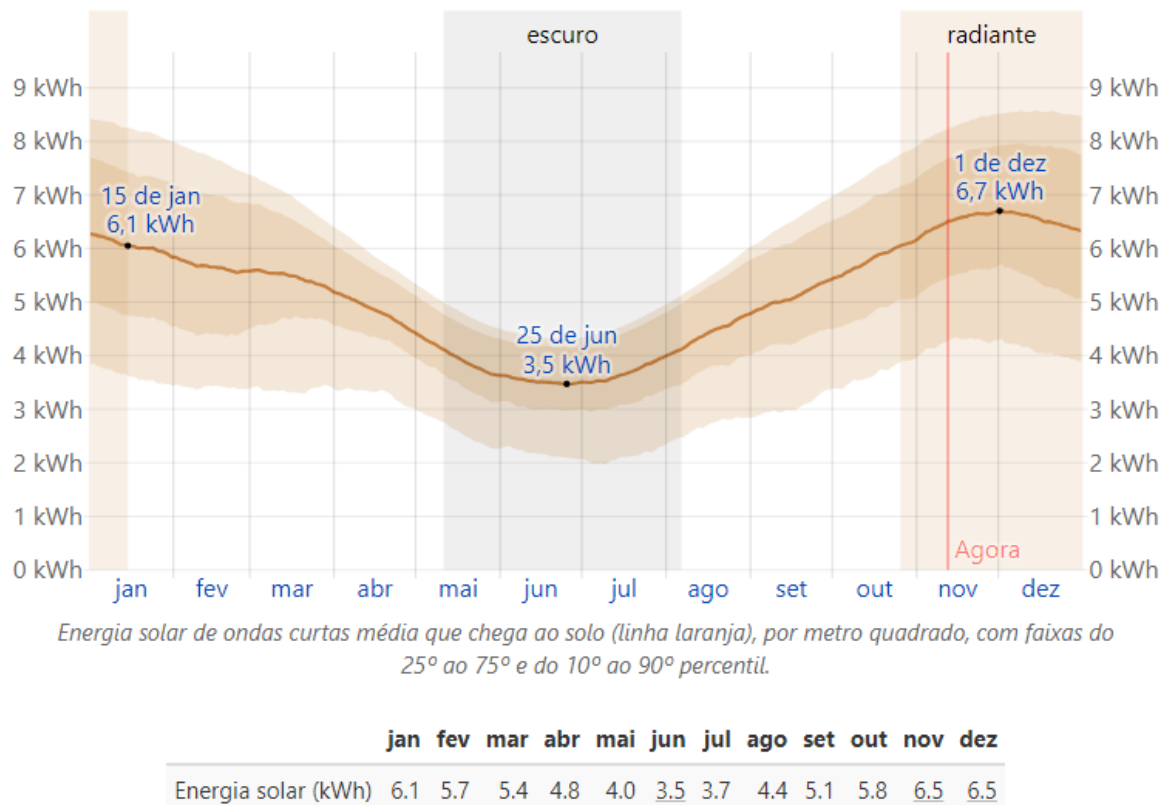


### 2.2.8 Radiação Solar no Brasil

A capacidade do Brasil ao final de 2016 era inferior à dos 20 maiores líderes. A capacidade de produção ultrapassa 1GWp. Apesar das comparações, o Brasil é Energia predominantemente renovável, com presença hídrica e incentivos de apoio em energia solar. A irradiação média anual no Brasil apresenta consideravelmente uniformidade, onde o nível médio é relativamente alto, superior ao de países como a Alemanha, chegando a 1.200 a 2.400 kWh/m<sup>2</sup>/ano. O Nordeste tem a maior média e variabilidade é pequena. Com máximo na região central da Bahia, noroeste de Minas Gerais e grande parte em Goiás.(PORTAL SOLAR, 2015)

“A disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende além das condições atmosféricas, também da latitude, estações do ano, hora do dia, condições do céu”. (Aneel, 2016)

**Figura 6 - Índice de Irradiação Solar no Brasil**



**Fonte:** Site WeatherSpark (2023)

O Brasil por estar localizado próximo à linha do Equador, o país recebe incidência solar durante todo o dia, com pouca variação ao longo das estações do ano, mais de 3 mil horas de sol, correspondendo a uma incidência de 4.500 a 6.300 (Wh/m<sup>2</sup>), unidade padrão da ABNT. Para realizar o cálculo é usado o instrumento de medição chamado piranômetro, que mede a radiação total. (CAMPOS E OLIVEIRA, 2018)

Segundo CAMPOS E OLIVEIRA (2018) A maior média de radiação no país, com 5,9 kWh/m<sup>2</sup> é na região Nordeste, e na região sudeste o índice é de 5,0 kWh/m<sup>2</sup>, já a Alemanha que é o país que mais explora energia fotovoltaica, recebe aproximadamente 35% menos luz em sua região de maior incidência no Brasil. (irradiação de 2 a 3 KWh/m<sup>2</sup>/dia)”. Na Figura 7 mostra-se a média anual do potencial energético.

**Figura 7 - Potencial Médio de Energia Solar por Regiões**

### Potencial anual médio de energia solar

Região	Radiação Global Média (em kWh/m <sup>2</sup> )
Nordeste	5,9
Centro-Oeste	5,7
Sudeste	5,6
Norte	5,5
Sul	5,0

Fonte: Boreal Solar(2016)

#### 2.2.9 Radiação Solar em Sumé - PB

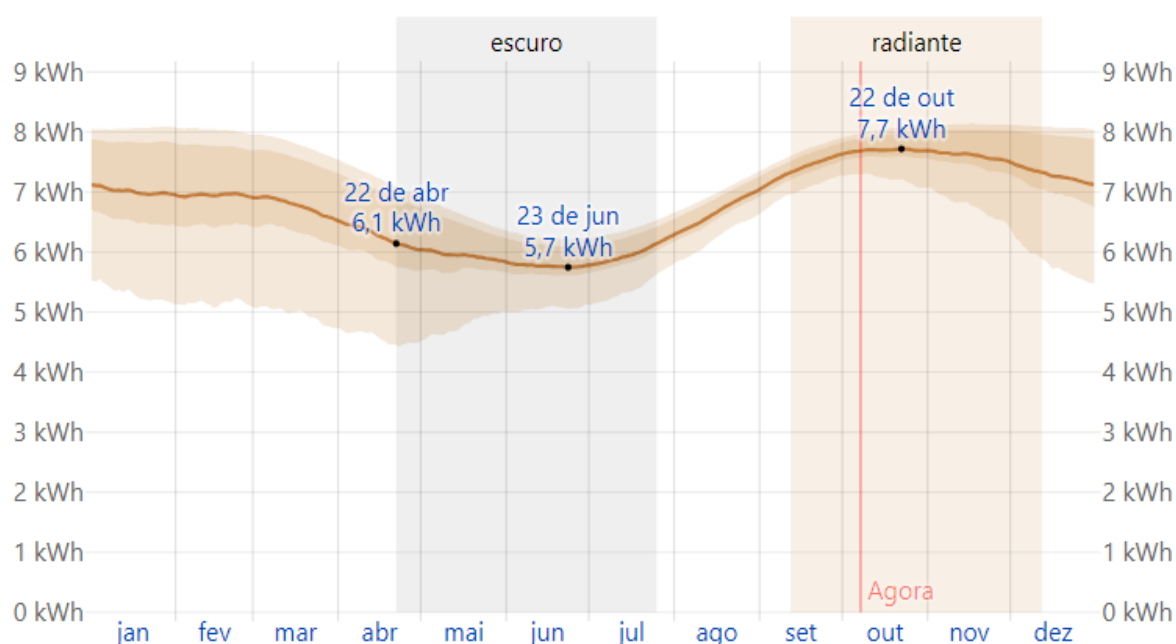
Variações sazonais moderadas são observadas na energia solar de ondas curtas incidente diariamente. O período mais radiante do ano ocorre durante 3 meses, de 12 de setembro a 12 de dezembro, e a energia de ondas curtas incidente por metro quadrado em média supera 7,3

kWh por dia. Outubro é o mês mais radiante do ano em Sumé, com uma média de 7,7 kWh.(WEATHER SPARK, 2023)

O período mais escuro do ano ocorre por 3,1 meses, de 22 de abril a 25 de julho, e a energia de ondas curtas incidente por metro quadrado em média cai para menos de 6,1 kWh por dia. Junho é o mês mais escuro do ano em Sumé, com uma média de 5,8 kWh. (WEATHER SPARK, 2023)

Portanto, por fazer parte de uma região quente em que a radiação solar ao longo do ano se destaca e é bastante presente em comparação a outras regiões menos luminosas em que a energia solar não seria tão viável, devido à baixa irradiação. Sumé é uma ótima cidade para se aplicar um projeto fotovoltaico.

**Figura 8** - Média diária de energia solar de ondas curtas incidente em Sumé



*Energia solar de ondas curtas média que chega ao solo (linha laranja), por metro quadrado, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil.*

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Energia solar (kWh)	7.0	6.9	6.8	6.3	5.9	<u>5.8</u>	6.0	6.7	7.4	<u>7.7</u>	7.6	7.3

**Fonte:** Site WeatherSpark (2023)

### 2.2.10 Dimensionamento

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico é efetuado mediante uma pesquisa minuciosa de caráter investigativo que contenha o histórico de irradiação solar, mostrando a quantidade de energia irradiada e a variação de incidência solar com o passar das estações e dos anos.

Sabendo a potência e a área necessárias para atender a demanda que o sistema venha pedir, necessita-se realizar uma pesquisa de mercado para conhecer os tipos de materiais existentes e qualidade que os mesmos oferecem. A importância de contratar uma empresa de qualidade no ramo é de suma importância. A partir de todas essas análises de critérios qualitativos e quantitativos, o sistema pode se considerar pré-dimensionado. Torna-se também indispensável avaliar a possibilidade de conectar o sistema a rede da fornecedora de energia local.

Segundo Alves Martins, um sistema fotovoltaico é constituído, basicamente, por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento. O bloco gerador é formado por um arranjo fotovoltaico, constituído por módulos fotovoltaicos em diferentes associações, a estrutura de suporte e a cablagem que os interliga. O bloco de condicionamento de potência pode ter conversores, controladores de carga (se houver armazenamento) e outros dispositivos de proteção, supervisão e controle. Além de toda estrutura de suporte que vai depender de onde será feita a instalação.

**Figura 9** – Fluxograma de Dimensionamento



**Fonte:** Próprio Autor (2023)

### 2.2.11 Economia através do Sistema Solar

Apesar de a matriz elétrica brasileira ser composta principalmente por usinas hidrelétricas (64,5%) e termelétricas (27,4%) (EPE, 2017), a utilização e expansão da hidroeletricidade encontram limitações em relação às questões ambientais envolvidas com a construção das usinas e à crise hídrica vivenciada pelo país desde 2014. Além disso, nas últimas décadas foram notórios os conflitos de interesses sobre usos das águas e sobre os grandes reservatórios (ARAÚJO, 2021).

Dessa forma, a energia solar tem se tornado uma opção viável, estimulando o surgimento de estudos sobre a viabilidade econômica do seu aproveitamento através de painéis fotovoltaicos (HOLDERMANN; KISSEL; BEIGEL, 2014)

Além de toda preocupação ambiental e sustentável, existe a preocupação do contratante em diminuir altas despesas com o consumo de energia elétrica. Por ser um serviço indispensável na vida de qualquer pessoa, a energia elétrica se torna essencial para toda e qualquer situação. Para quem é muito consumista as faturas chegam a um valor extremamente alto muitas vezes. No entanto, os sistemas fotovoltaicos podem gerar uma economia de até 95% nas contas de energia.

A obtenção econômica de energia e também a melhoria da eficiência energética exige o desenvolvimento de técnicas, produtos e serviços eficientes do ponto de vista energético e, por outro lado, uma alteração dos padrões comportamentais dos usuários, para um menor consumo de energia sem perda de qualidade de vida. Esses desafios exigem principalmente que sejam fortalecidas junto às empresas e às instituições de ensino, ações de conscientização sobre o uso eficiente da energia dirigida à população para gerar resultados efetivos (CASALS,2006).

O potencial de economia pode ser alcançado com dois tipos de políticas públicas para a eficiência energética. Estas políticas são implementadas sob a forma de normas ou regulamentações: leis obrigatórias e programas de certificação voluntários. Leis obrigatórias geralmente visam estabelecer critérios mínimos. As certificações voluntárias visam promover a eficiência energética de uma edificação de elevado desempenho ao compará-lo com o mínimo obrigatório (Casals, 2006).

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar)(2022), a fonte solar já trouxe ao Brasil, desde 2012, mais de R\$ 74,6 bilhões em novos investimentos. Da mesma forma que também gerou R\$ 20,9 bilhões em arrecadação aos cofres públicos e mais de 420 mil empregos. Sendo que, quase 90 mil postos foram gerados em 2020, em plena pandemia.

Ainda segundo dados da Absolar, em março o Brasil ultrapassou a marca histórica de 14 gigawatts (GW) de potência operacional da fonte solar fotovoltaica. Este número leva em conta parques centralizados e a geração própria de energia em telhados, fachadas e pequenos terrenos, a chamada geração distribuída. Uma tecnologia que cresceu vertiginosamente no país e ganhou ainda mais força após a aprovação do marco regulatório, sancionado em janeiro de 2022.

### **2.2.12 PL 5929 LEI 14.300 - Energia Solar**

De modo geral, o consumidor instala um sistema fotovoltaico, gera e consome a própria energia gerada, isso pode ser uma unidade residencial ou comercial, e o excedente é entregue à distribuidora de energia local.

A distribuidora calcula a quantidade de energia injetada todos os meses e devolve os créditos de energia solar, que podem reduzir a taxa em até 95%. Se houver créditos excessivos, você pode abater o consumo de outro imóvel ou mantê-lo válido por até cinco anos.

A Resolução Normativa (RN) n.o 482 de 2012, a primeira decisão tomada pela Aneel, permitiu o início das operações de geração de energia fotovoltaica. Aqueles consumidores que estão dispostos a produzir sua própria energia podem fazê-lo e, ao mesmo tempo, injetar o excedente de energia na distribuidora, recebendo créditos energéticos como recompensa.

Essa iniciativa teve base em algumas necessidades daquela época, algumas das quais ainda existem hoje, como:

- Consciência socioambiental;
- Diminuição da poluição ambiental;
- Adiamento de necessidade de investimento para expansão de transmissão e distribuição no país;
- Redução do carregamento das redes;
- Minimização de perdas;
- Diversidade da matriz energética.

Depois disso, em 2015, a Resolução n.o 685 da Aneel entrou em vigor, revisando a regulamentação anterior. Antes, o consumidor podia gerar sua própria energia e usá-la em casa

ou no local de trabalho, mas a instalação estava localizada no local. A geração compartilhada e o autoconsumo remoto de energia solar agora são possíveis com a nova resolução.

O PL 5829 é o novo marco legal da geração distribuída (GD) porque estabeleceu novas regras para a geração de energia solar no país e, principalmente, garantiu um período de transição para manter as regras atuais. A Presidência aprovou o PL 5829 em 6 de janeiro de 2022, após dois anos de discussão no Senado e na Câmara. Foi convertido na Lei 14.300.

As regras para a transição do regime atual para o novo foram estabelecidas pela PL 5929, agora Lei 14300. Apesar do nome, a taxa do Sol não é uma taxa sobre a energia em si, mas sobre o uso dos fios distribuidores. É a principal preocupação do novo governo. Na prática, para quem aderir às novas regras, o custo do fio b será cobrado na precificação do excedente de energia concedido à distribuidora. Isso diminuirá o valor dos créditos, mas não afetará significativamente o retorno financeiro da tecnologia. As taxas serão cobradas gradativamente: 2023: 15%; 2024: 30%; 2025: 45%; 2026: 60%; 2027: 75%; 2028: 90%.

Como resultado, as pessoas que já geram energia solar podem continuar usando o regime livre de impostos atual até o dia 31 de dezembro de 2045. Além disso, a nova lei só entrará em vigor 12 meses após a publicação do protocolo de solicitação de acesso.

A transição começa no dia 31 de dezembro de 2030 para aqueles que começarem a utilizar o sistema de energia solar entre 13 e 18 meses após a publicação da lei. Finalmente, os incentivos serão reduzidos a partir de 31 de dezembro de 2028 para aqueles que aderirem à energia solar após esse prazo.

### **2.2.13 Princípios Básicos da Administração Pública**

O interesse público, os direitos e os interesses da população são o fundamento da administração pública. A organização da administração pública geralmente visa reduzir os processos burocráticos. A descentralização administrativa na administração pública indireta também é comum, o que permite que alguns interessados participem de forma eficaz da gestão de serviços.

Os cinco principais princípios básicos para toda administração pública estão citados na Constituição Federal de 1988 no art. 37, são eles:

- Legalidade
- Impessoalidade
- Moralidade

- Publicidade
- Eficiência

A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (...).(CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988)

O princípio da Legalidade indica que a administração pública pode agir conforme a lei. Já a Impessoalidade se resume a busca inteiramente pelo objetivo do interesse público geral. A Moralidade é não fugir da moral, para que as escolhas e ações dos servidores públicos sejam influenciadas não apenas pela lei, mas também pela honestidade, boa fé e fidelidade. Publicidade seria tornar os atos da administração pública acessíveis à população e por fim a Eficiência, que é atender efetivamente às necessidades de toda população.

Sabendo-se disso, olha-se para administração pública como um cargo importante e de responsabilidade alta, tendo em vista que todas as atividades, escolhas e decisões devem ser tomadas respeitando os princípios básicos da administração pública, visando sempre o bem comum, que neste caso, é a melhor escolha para a universidade composta pelo corpo de funcionários e alunos, além de toda direção.



### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A realização desta pesquisa é simular a aplicação de uma usina fotovoltaica de geração própria na UFCG Campus Sumé - PB, se alinhando a proposta do Centro, que está voltada a uma política de sustentabilidade. O projeto traz a ideia de uma geração de energia limpa, com um poder de rentabilidade e economia alto.

A abordagem, objetivos, procedimentos técnicos e natureza do estudo foram categorizados na Tabela 2:

**Tabela 1** – Classificação da Pesquisa

ABORDAGEM	Quantitativa
OBJETIVOS	Pesquisa Exploratória
PROCEDIMENTOS TECNICOS	Pesquisa Bibliográfica/Estudo de Caso
NATUREZA	Pesquisa Aplicada

Fonte: Autoria Própria (2023)

Portanto, este estudo é classificado como quantitativo em termos de abordagem. Terence e Escrivão Filho (2006) afirmam que a pesquisa quantitativa se concentra em medir (quantidade, frequência e intensidade), analisando as relações causais entre variáveis diferentes (YIN,2016).

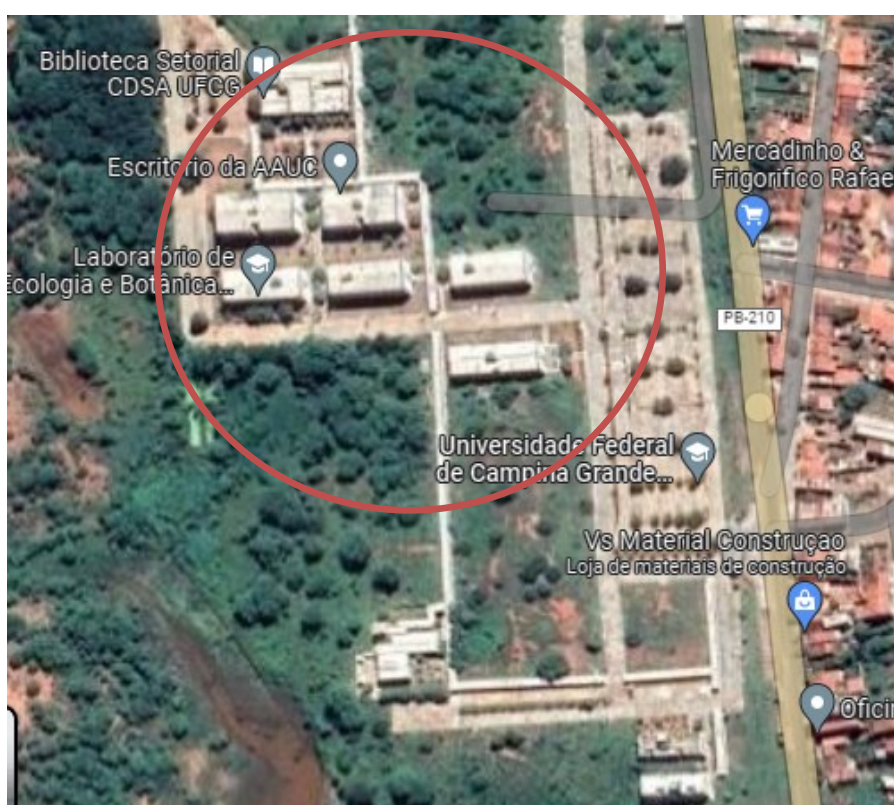
Em relação aos objetivos, conceitua-se como pesquisa exploratória, pois proporcionam maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2010). Assim, busca um maior conhecimento sobre o tema escolhido, simplificando-o a fim de torná-lo o mais claro possível (CANEPPELE, 2012).

### 3.2 OBJETO DE ESTUDO: UFCG - CDSA

O estudo foi realizado tendo como base dados dos anos de 2022 e 2023 do consumo e custo de energia do CDSA. E com o auxílio de um software criado no Excel e consultas a empresas do ramo fotovoltaico, foi possível chegar aos resultados descritos pelo trabalho.

O objetivo principal é a implantação de um sistema solar fotovoltaico no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), situado na Cidade de Sumé na Paraíba, Latitude: 7,663685° S e Longitude: 36,891788° O, Campus Sumé, área urbana, Instituição Federal CNPJ/CPF: 05.055.128/0008-42.

**Figura 10** - Imagem Satélite do CDSA



**Fonte:** *Google Maps* (2022)

O Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido(CDSA) está localizado no município de Sumé no Estado da Paraíba, a sua criação se deu devido à ideia de expansão institucional da UFCG, tendo em vista a democratização do Ensino Superior para jovens e adultos da região do Cariri, podendo assim oferecer oportunidade de crescimento para a população, tanto no âmbito educacional, como econômico.

O CDSA dispõe de uma área de cerca de 56 hectares, sendo uma grande área de preservação ambiental e outra edificada. São 7 cursos de graduação disponíveis, incluindo Engenharia de Biotecnologia, Engenharia de Produção, Engenharia de Biosistemas e Bioprocessos, Graduação em Ciências Sociais, Educação do Campo, Gestão Pública e Tecnologia em Agroecologia. Além de Pós-Graduação e educação para Jovens e Adultos com ênfase em (EGESPP). Investe em executar projetos de pesquisa e extensão para incentivo e desenvolvimento da comunidade em geral. O centro funciona nos três turnos, pois possui ensino em tempo integral e noturno.

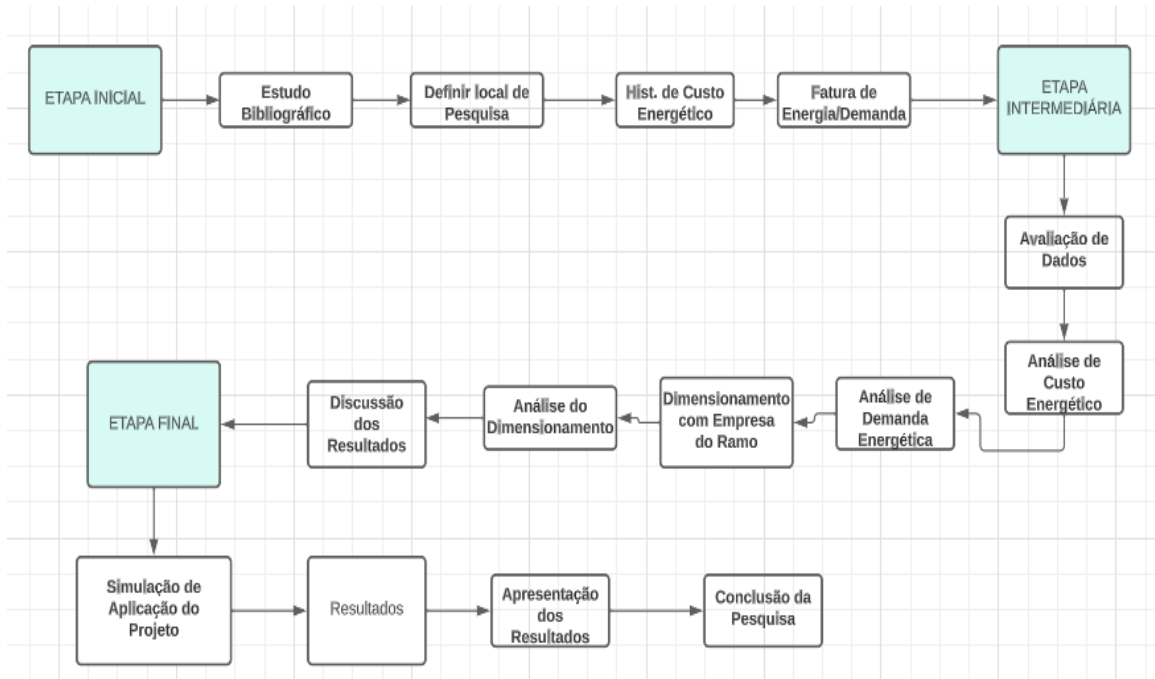
Sua estrutura edificada possui:

- 3 Laboratórios
- 2 Centrais de Aulas
- 1 Biblioteca
- 1 Residência Masculina e 1 Residência Feminina
- 1 Refeitório
- 1 Central com Sala de Professores
- Unidades Acadêmicas de Coordenação
- Área de RH

### 3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa se encaixa de maneira qualitativa, pelo fato de demonstrar ideias, propostas e soluções que não levam os números em consideração, porém, também se encaixa perfeitamente em uma pesquisa quantitativa, pois através de números, expressa bem algumas afirmações e conclusões levantadas. Ambas têm o mesmo intuito, de demonstrar a melhoria que a implementação de um sistema fotovoltaico traria para o CDSA - Sumé – PB.

A realização se deu através das seguintes etapas, que podem ser visualizadas no fluxograma a seguir:

**Figura 11** - Fluxograma de Processos

**Fonte:** Autoria Própria (2023)

Para todo o processo, foram explorados os seguintes dados:

- i. Estudo Bibliográfico feito por sites de pesquisas, livros, artigos, blogs, Engenheiros Eletricistas, Técnicos;
- ii. Exploração do local aonde seria realizado a implementação do Projeto.
- iii. Analisar a viabilidade de instalação;
- iv. Entender o funcionamento e a geração de energia do Campus.
- v. Analisar histórico de faturas de energia e entender os gastos mensais com energia elétrica;
- vi. Estudar todo o processo de implementação;
- vii. Pesquisa de empresa para apresentação de um projeto real;

### 3.4 SIMULAÇÃO

A simulação foi realizada por uma ferramenta que tem como suporte principal o Excel. Essa ferramenta foi criada e disponibilizada pela empresa Voltaica Engenharia e pelo autor do trabalho. É uma ferramenta simples que através do preenchimento de dados, oferece de forma

direta o dimensionamento necessário, valor para investimento e *payback* simples, para que o cliente tenha de forma visual e simples a visualização do projeto.

**Figura 12** – Ferramenta de Simulação no Excel

<b>Preenchimento pelo Cliente</b>		
Valor Conta de Energia		R\$/mês
Consumo de Energia mês		kWh
<b>Parâmetros Pré-Definidos</b>		
Valor da Tarifa com Impostos:		R\$/kWh
Eficiência do Sistema		%
Potência por Módulo:		Wp
Taxa de Disponibilidade:		KWh
Inflação Energética Média Proj:		%
Irradiação Solar Média - Sumé - PB		kWh/m2.dia

Fonte: Próprio Autor (2023)

O dimensionamento inicia-se através do preenchimento “Valor Conta de Energia” e “Consumo de Energia Mês”, esses valores são fornecidos em dados baseados nas faturas de energia. Os outros dados devem ser baseados de acordo com cada estado ou região, como “Valor de Tarifa”, “Eficiência do Sistema”, “Inflação Energética” e “Irradiação Solar Média”.

Com o preenchimento de dados, tem-se um resultado de simulação, como “Quantidade de Módulos”, “Potência do Sistema” e “As Energias Estimadas”, que até então são os dados mais importantes do dimensionamento, fornecidos de maneira imediata. A Figura 13 é uma demonstração da ferramenta pronta para preenchimento de qualquer dimensionamento.

**Figura 13** – Ferramenta de Simulação no Excel

<b>Resultados Simulação</b>		
Quantidade de Módulo:		módulos
Potência do Sistema:		kWp
Área de Aplicação:		m <sup>2</sup>
Energia Média Mensal Estimada:		kWh/mês
Energia Média Anual Estimada:		KWh/ano
<b>Investimento</b>		
Valor do Sistema:		R\$
Percentual Atendido:		%
Valor Conta de Energia DEPOIS		R\$
Economia Financeira em 25 anos		R\$
Retorno do Invesvimento		meses

Fonte: Próprio Autor (2023)

Automaticamente, após o preenchimento de todos os processos citados anteriormente, a ferramenta fornecerá um tempo de *payback* estimado. Esse *payback* no modelo de gráfico de linhas, demonstrará de forma visual a relação entre valor x tempo de recuperação investido.

**Figura 14 - Payback Simples**



Fonte – Próprio Autor

O *Payback* fornece de maneira direta o tempo de retorno e o valor retornado anualmente, demonstrando uma visão ampla para o projeto.

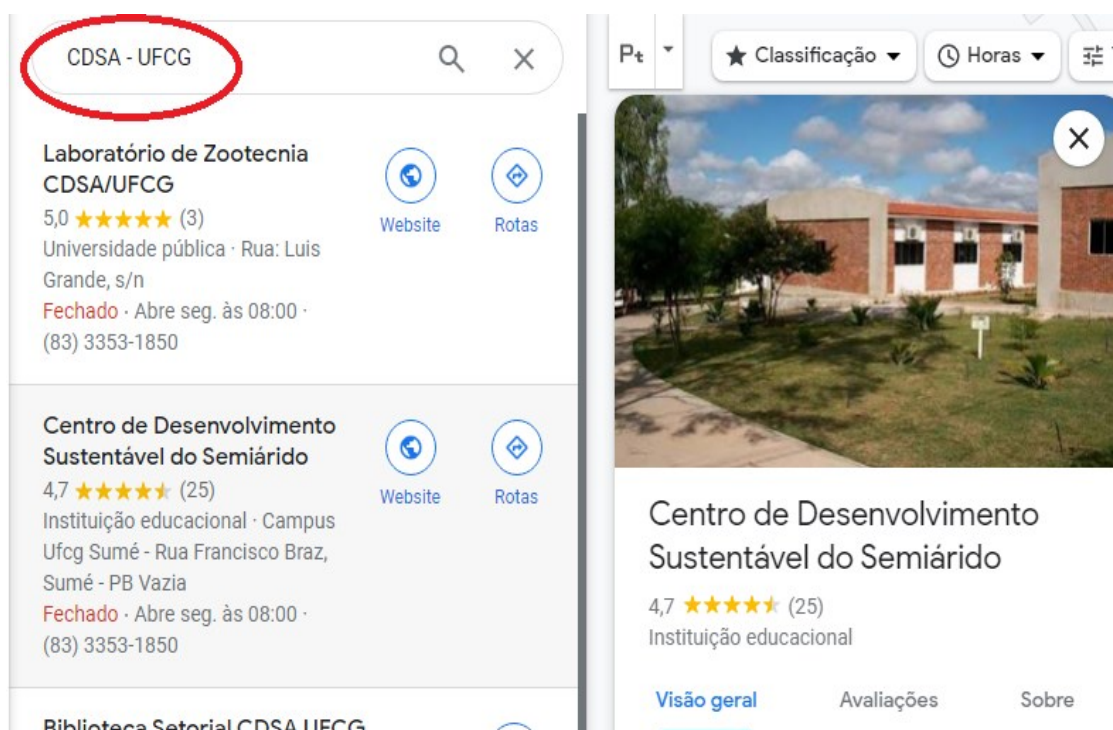
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ETAPAS E FERRAMENTAS

A utilização de ferramentas e softwares para o auxílio e dimensionamento de projetos como este, conhecimento adquirido ao longo de um curso como Engenharia de Produção e conhecimentos básicos em energia solar é indispensável para se chegar a um projeto que consiga assegurar todas as necessidades exigidas para o funcionamento do sistema.

No início de qualquer dimensionamento é necessário que se visite o site do Google Maps para ter acesso a coordenadas específicas do local de instalação. Essas coordenadas aplicadas no site do CRESESB fornecem informações importantes a respeito do potencial energético do local e a variação de irradiação solar ao longo do ano. Com isso é possível mensurar qual potência total do projeto.

**Figura 15** – Pesquisa no *Google Maps* Sobre o CDSA - UFCG



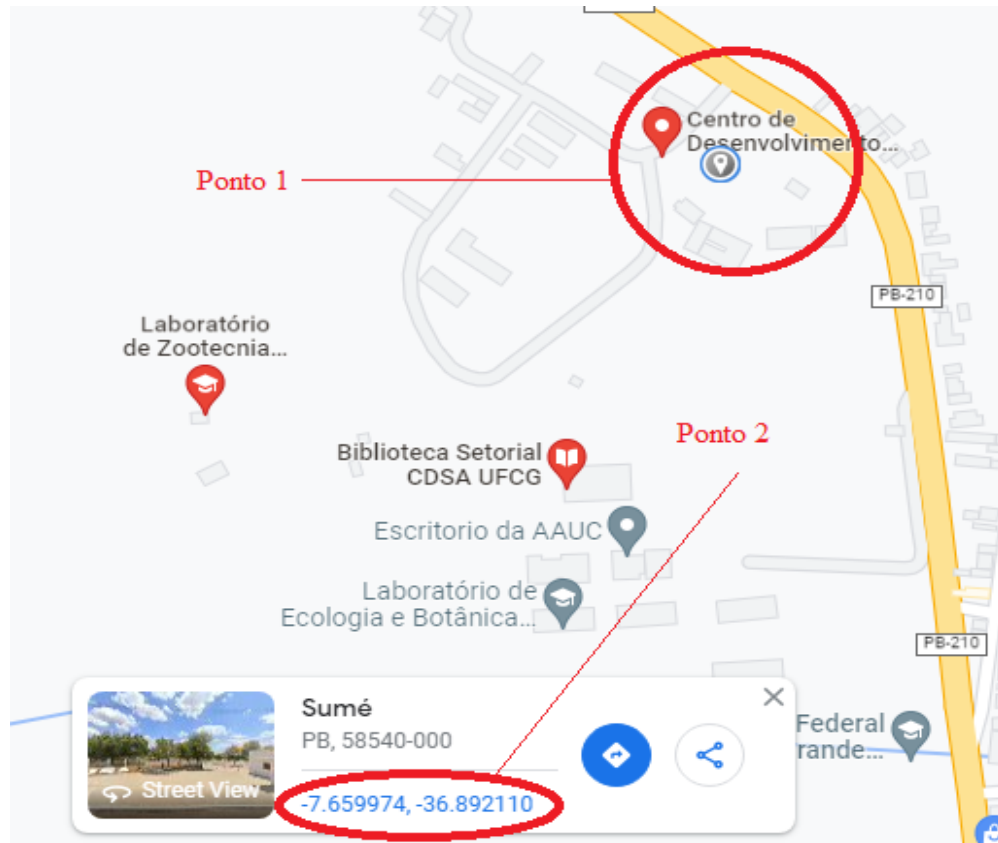
**Fonte:** *Google Maps* (2023)

A Figura 15 demonstra a pesquisa feita utilizando o *Google Maps* para ter acesso à localização da instituição CDSA no mapa e ser analisada as coordenadas existentes. Na Figura 16, com a utilização de um mouse, clica-se em qualquer ponto aonde encontra-se o Campus CDSA como mostra o ponto 1 vermelho e em seguida no ponto 2 será possível visualizar as



coordenadas deste ponto em pesquisa, Latitude(Sul) – 7.659974 e Longitude(Oeste) – 36.892110.

**Figura 16 - Obtendo Coordenadas**



**Fonte:** Google Maps (2023)

O CRESESB (Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito), é uma ferramenta bastante utilizada para auxiliar no cálculo do índice de irradiação solar.

**Figura 17 - Site CRESESB**



**Fonte:** CRESESB (2023)



Acessando-se o site, perto do rodapé, se tem uma área de aplicação de coordenadas geográficas, onde as coordenadas adquiridas no *Google Maps*, serão utilizadas para obter a irradiação solar da região, clicando-se em “buscar”.

**Figura 18** – Coordenadas Geográficas

The image shows a web form for entering geographic coordinates. It has two main sections: 'Latitude' and 'Longitude'. Under 'Latitude', there is an input field containing '7.659974' and a dropdown menu set to 'Sul'. Under 'Longitude', there is an input field containing '36.89211' and the text 'Oeste'. Below these is a section for 'Norte:' with two radio buttons: 'graus decimais (00.00°)' (selected) and 'graus, minutos e segundos (00°00'00")'. At the bottom, there are two buttons: 'Buscar' (circled in red) and 'Limpar'.

**Fonte:** CRESESB (2023)

O Resultado que se obtêm com essa simples ferramenta de fácil acesso para qualquer pessoa que possua internet, são as irradiações solares detalhadas de cada mês do ano em qualquer localidade, neste caso, na cidade de Sumé e proximidades do CDSA.

**Figura 19** - Médias de Irradiação Solar em 12 meses

#### Localidades próximas

Latitude: 7,659974° S  
Longitude: 36,89211° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m <sup>2</sup> .dia]																
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
<input checked="" type="checkbox"/>	Sumé	Sumé	PB	BRASIL	7,701° S	36,849° O	6,6	6,12	6,05	6,03	5,64	4,89	4,40	4,57	5,28	6,14	6,38	6,57	6,28	5,70	2,17
<input checked="" type="checkbox"/>	Sumé	Sumé	PB	BRASIL	7,701° S	36,949° O	7,8	6,17	6,09	6,04	5,68	4,90	4,43	4,59	5,34	6,18	6,44	6,64	6,33	5,74	2,21
<input checked="" type="checkbox"/>	Sumé	Sumé	PB	BRASIL	7,601° S	36,849° O	8,1	6,01	6,00	5,99	5,60	4,86	4,42	4,56	5,28	6,11	6,33	6,51	6,22	5,66	2,10

**Fonte:** CRESESB (2023)

Portanto, constata-se que a média é de 5,70 (kWh/m<sup>2</sup>.dia). Valor é calculado através da Latitude (Sul) - 7.659974 e Longitude(Oeste) - 36.892110. Este geralmente é um processo realizado pelas empresas que vendem sistemas solares para conseguir calcular a irradiação solar das regiões, para que assim consigam dimensionar corretamente os sistemas.

## 4.2 TARIFAS

Na geração de energia, cada modelo exige características específicas que influenciam no custo de produção, e conseqüentemente, no valor final do serviço ao usuário. No Brasil, existem diversos valores de tarifa sendo aplicadas conforme volume de serviço oferecido cada organização, sendo levado em consideração o tipo de geração de eletricidade (hidráulica, biomassa, termoeletricas, etc.), quantidade de linhas de transmissão instalada, além de outras condições que contribuem para o aumento ou diminuição no custo desta geração.

**Tabela 2** - Tarifas R\$/kWh por Estado

<b>Distribuidora</b>	<b>UF</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Início da Vigência</b>
ENERGISA	PB	0,599 R\$/kWh	28/08/2022
NEOENERGIA	PE	0,706 R\$/kWh	13/07/2022
ENEL	SP	0,656 R\$/kWh	04/07/2022
DIST. LIGHT	RJ	0,754 R\$/kWh	15/12/2022

**Fonte:** Gov.br (2022)

Segundo a Comerc Energia 2022, contando com todas as variáveis apresentadas, a energia em si é calculada conforme a potência necessária para manter os equipamentos da sua empresa funcionando em perfeito estado. A quantidade, dada em watts, é multiplicada pelo tempo de funcionamento. Esse valor corresponde ao consumo de energia daquele equipamento por dia, ou seja, para determinar o consumo mensal, multiplica-se a potência utilizada em cada hora, durante todo o mês-

O valor encontrado será calculado com o preço da energia na sua região, e assim teremos o valor específico do consumo direto de energia, sem qualquer outro fator. O preço do kWh pode ter quatro variações no que engloba consumidores de grande porte(Preço de liquidação das diferenças(PLD), Bandeiras Tarifárias, Oferta e Demanda)

## 4.3 PROBLEMÁTICA

É importante ressaltar que toda avaliação de viabilidade de instalação para um projeto fotovoltaico, se deu por meio de pesquisas realizadas com empresas do ramo e que tinham total experiência e eficiência em projetos de grande porte, tal como um projeto deste nível para uma

universidade federal, tendo em vista que um projeto assim, precisaria passar por uma série de avaliações e uma licitação para que a empresa contratada pudesse apresentar um projeto eficaz atendendo todas as especificações e normas exigidas por um edital.

A ideia inicial seria avaliar todas as instalações e estrutura que o Campus de Sumé oferece. Essas avaliações foram feitas por meio de visitas em toda parte do Centro, também mediante conversas com alguns setores e através do ponto principal, que era a avaliação feita pela fatura de energia e todo histórico de consumo elétrico de pelo menos 12 meses da Universidade.

O intervalo de tempo estudado foi de 12 meses, considerando os valores da fatura desse período, fornecidos pela Prefeitura do Campus e por meio de uma média de consumo de energia feita pela empresa contratada, baseados na fatura de consumo, também fornecida pelo Campus Sumé.

O levantamento de Custo feito num período de um ano, chegou a um valor de R\$ 450.358,14, como mostra a tabela a seguir:

**Tabela 3** - Informações de Custo – 12 Meses

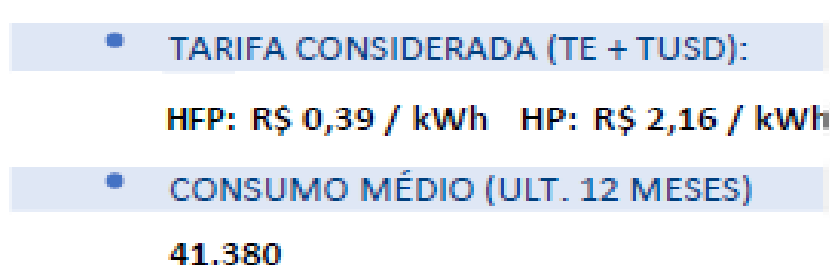
Ano	Meses	Custo
2022	Abril	R\$36.230,17
2022	Maio	R\$42.171,91
2022	Junho	R\$35.959,10
2022	Julho	R\$32.594,71
2022	Agosto	R\$34.088,31
2022	Setembro	R\$32.472,53
2022	Outubro	R\$41.855,62
2022	Novembro	R\$41.851,38
2022	Dezembro	R\$38.846,60
2023	Janeiro	R\$32.689,77
2023	Fevereiro	R\$33.743,73
2023	Março	R\$39.032,43
	Total	R\$441.536,26

**Fonte:** Prefeitura do Campus (2023)

O levantamento da média do consumo mensal de energia, foi realizado através do histórico pago e pela fatura de energia fornecida pelo GEAF, que fornece o consumo dos últimos 12 meses da universidade. E pode-se ter uma dimensão exata.

Se gerou uma média dos últimos 12 meses. Essa média representa em kWh o que em um período de 1 ano a empresa necessita para suprir suas necessidades para funcionamento.

**Figura 20** – Tarifas consideradas e Média de Consumo em kWh/ano



**Fonte:** Energisa(2023)

Para uma melhor visualização a Tabela a seguir, mostra de forma simplificada o custo anual e a demanda anual dos últimos 12 meses de energia, que o Campus Sumé, necessita para cumprir seu funcionamento:

**Tabela 4** - Custo Anual/Média de Demanda Anual em kWh/ano

Campus CDSA	
Custo Anual	Demanda ano
R\$441.536,26	496.560 kWh/ano

**Fonte:** Prefeitura do Campus (2023)

#### 4.4 EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS

Após a realização do estudo do custo e da demanda que a universidade precisa mensalmente e anualmente, foi necessário elaborar um projeto com equipamentos que atendessem a demanda justa para que o centro pudesse realizar suas atividades normalmente. Para um projeto deste porte são necessários equipamentos de qualidade e que ofereceram uma qualidade excelente, com um bom tempo de durabilidade e garantia.

É necessário levar-se em consideração vários aspectos para se dimensionar um projeto fotovoltaico. A irradiação solar é um dos principais fatores. Portanto, após todo dimensionamento, verificou-se a dimensão de todo o projeto e como ele funcionaria. A tabela a seguir mostra todos equipamentos necessários:

**Tabela 5** - Equipamentos de Instalação

Equipamentos/Serviços	Potência	Quantidade	Garantia
Módulos Fotovoltaicos	470W	660	12 anos: defeito de fabricação/25 anos: Eficiência Energética
Inversores	60kW	5	10 Anos
Estruturas de Fixação	-	1	15 anos: Defeito de fabricação /25 anos: corrosão
Instalação	-	1	1 ano

**Fonte:** *Sollution* Energia Inteligente (2023)

#### 4.5 FUNCIONAMENTO E INTALAÇÃO DO PROJETO

É muito importante que se dimensione corretamente um sistema fotovoltaico para atender às necessidades específicas da universidade, levando em consideração os horários de pico e as mudanças sazonais. Além disso, enfatiza a importância de abordagens adicionais, como armazenamento de energia e treinamento em gerenciamento de energia, para maximizar o uso da energia solar e maximizar os benefícios econômicos e ambientais.

Por se tratar de um sistema *On Grid* (Sistema conectado a rede de energia) a energia captada é toda jogada nos quadros de luz da universidade e distribuída por todo o campus. O excesso dessa energia gerada é distribuída na rede da concessionária (Energisa) e transformada em forma de créditos, que podem gerar economia nas próximas faturas.

Para dimensionar corretamente um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, deve-se levar em consideração as variações de temperatura no local de instalação, bem como a quantidade média de sol que incide diariamente.

Baseado em todos esses dados se fez um estudo de demanda necessária já utilizada pela universidade e a demanda oferecida pelo projeto. O cenário atual da universidade é uma demanda energética de 41.380 kWh/mês, tendo o custo mensal de em média R\$ 42.000,00.

Com base nisso o projeto foi montado oferecendo uma demanda mensal de 44.062 kWh/mês. Essa demanda seria suficiente para suprir todas as necessidades que o Campus pede.

O funcionamento se daria mediante 5 inversores que seriam distribuídos pelas centrais de aula, laboratórios e sala de professores, esses inversores de 60 kW de potência seriam responsáveis por transformar a energia captada pelas placas (Corrente Contínua) em CA(Corrente Alternada) que é o tipo de corrente necessária para o funcionamento do Campus. Por sua vez, a instalação das placas se daria também nos blocos citados, que ocupariam uma área total de 1848m<sup>2</sup> e que seriam responsáveis por captar essa energia solar.

A Tabela 6 mostra a relação de demanda necessária e demanda oferecida pelo projeto.

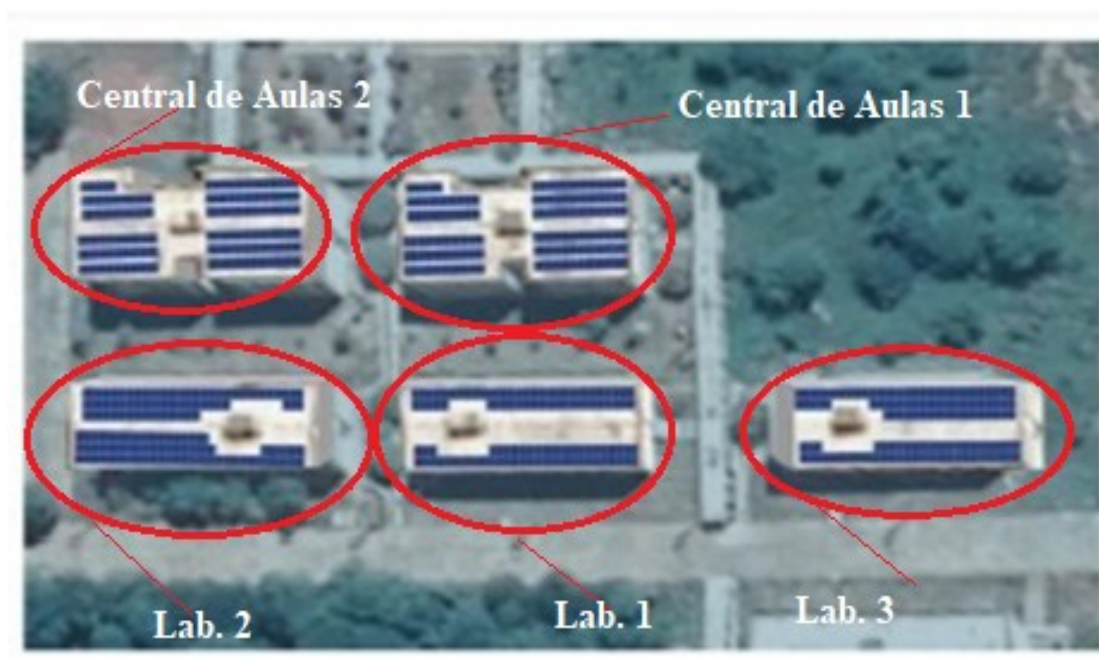
**Tabela 6** - Demanda Necessária e Demanda Oferecida

<u>Demana Necessária/Mês</u>	<u>Demanda Oferecida/Mês</u>
41.380 kWh	44.062 kWh

**Fonte:** Próprio Autor (2023)

Pode-se observar na tabela, que a demanda oferecida possui uma margem de segurança de geração, pois é necessário em todo projeto fotovoltaico construir-se uma demanda aonde o oferecido tenha uma margem maior do que já é necessário para o funcionamento do local.

**Figura 21** - Imagem Satélite do Projeto



**Fonte:** Sollution Energia Inteligente (2023)

A Figura 21 demonstra como as placas seriam instaladas no campus para o funcionamento do projeto. Como já citado, seriam necessárias 660 módulos fotovoltaicos de 470 W de potência para a geração, resultando numa área de 1848 m<sup>2</sup> de ocupação. Os prédios necessários para a acomodação das placas seriam:

- Central de Aula 2
- Central de Aula 1
- Laboratório 2
- Laboratório 1
- Laboratório 3

A sobrecarga em cada prédio calculada pela empresa que oferece o serviço e produto é de 12kg/m<sup>2</sup>. Os 5 inversores de 60 kW de potência seriam também instalados em cada um destes prédios. E todo sistema geraria energia para todo o Campus.

#### 4.6 INVESTIMENTO

Devido aos seus benefícios econômicos e ambientais, o investimento em energia solar está ganhando popularidade. Antes de iniciar um investimento em energia solar, é essencial realizar uma análise completa para obter uma compreensão dos custos envolvidos e dos retornos potenciais.

O estudo inicial tomou como base o histórico de gastos com energia que a universidade tinha nos últimos meses. Essa relação foi obtida de maneira simples, já que a universidade faz o controle desses gastos a acompanha tudo através de uma tabela no Excel que nos foi fornecida. Podemos observar todo o custo nos últimos 12 meses, entre Abril de 2022 e Março de 2023.

Durante o período de 12 meses o Campus Sumé tem um custo equivalente médio de R\$ 441.536,26 com energia. É um valor considerado alto, independente do tamanho do campus, além da proposta de sustentabilidade que o Campus tem como ideia central. Que é apresentar maneiras inteligentes de serem aplicadas não só na universidade, mas em toda comunidade.

**Tabela 8 – Cenários Propostos**

INVESTIMENTO		
Financiamento/24 Parcelas	Valor á Vista	Financiamento/72 Parcelas
R\$53.942,69	-	R\$27.853,43
R\$1.294.624,56	R\$1.119.095,00	R\$2.005.446,96

**Fonte:** Próprio Autor(2023)

O investimento proposto é de R\$ 1.119.095,00 á vista. Esse valor pode ser parcelado em até 72 vezes, com parcelas estimadas em R\$ 27.853,43 que terão um acréscimo de juros em suas parcelas, o que resultaria no final do parcelamento um valor dobrado de mais ou menos R\$ 2.005.446,96.

Outro cenário, seria um parcelamento mais curto, em 24 parcelas de R\$ 53.942,69, acarretando uma taxa de juros menor, chegando ao final do parcelamento custando um valor total de R\$ 1.294.624,56. Todos esses cenários de parcelamento teriam uma carência de 120 dias.

A vantagem do financiamento parcelado deste valor, principalmente em 24 vezes, seria a possibilidade do pagamento com o próprio dinheiro que se gasta em pagamentos de conta de luz. Já que com a instalação pronta e homologação do projeto já estaria funcionando, gerando economia e todo dinheiro que seria gasto em faturas futuras, estaria sendo aplicado no próprio investimento. Isso quer dizer que a universidade não precisaria custear com outro dinheiro o investimento do projeto.

**Tabela 9 – Sistema Proposto**

Geração Mensal	Economia/Mês	Economia / Ano	Autonomia	Área Útil Ocupada	Sobrecarga do Telhado
44.062 kWh	R\$25.199,99	R\$302.399,91	100%	1848 m <sup>2</sup>	12 Kg/m <sup>2</sup>

**Fonte:** Próprio Autor(2023)

O sistema proposto geraria uma demanda mensal de 44.062 kWh/mês ao campus, essa demanda seria uma geração com uma margem maior comparada ao que já é necessário para atender a demanda do CDSA, que nos meses estudados tem um consumo de 41.380 kWh/mês. Assim o projeto teria uma margem de segurança para seu funcionamento, gerando uma tranquilidade ao sistema.



Todo projeto completo tem tempo médio de entrega pela empresa contratada de 120 dias para estar funcionando. Incluindo toda instalação e aprovação junto a concessionária.

**Figura 22** – Ciclo de Entrega



**Fonte:** Próprio Autor (2023)

#### 4.7 PAYBACK

*Payback* também conhecido como período de retorno, é uma medida financeira que mostra quanto tempo levará para recuperar o investimento inicial em um projeto ou ativo após a geração de receitas, ou economias do projeto. Para investir em energia solar, esse período é usado para calcular em quanto tempo se recupera os custos iniciais do sistema por meio de economias na conta de energia elétrica.

O *Payback* estudado para esse projeto foi feito de forma simples e de fácil visualização. Por meio de estimativas e de ferramentas criadas no Excel, foi possível visualizar o tempo em que a universidade levaria para começar a ter seu investimento retornando. Já que o valor investido é relativamente alto e o retorno financeiro seria indispensável para investimento em outras áreas e sustentabilidade do Campus.

Figura 23– Tabela de Dados da Simulação

<b>Preechimento pelo Cliente</b>		
Valor Conta de Energia	R\$ 32.472,53	R\$/mês
Consumo de Energia mês	41.380,00	kWh
<b>Parâmetros Pré-Definidos</b>		
Valor da Tarifa com Impostos:	1,27	R\$/kWh
Eficiência do Sistema	0,8	%
Potência por Módulo:	470	Wp
Taxa de Disponibilidade:	100	KWh
Inflação Energética Média Proj:	8	%
Irradiação Solar Média - Sumé - PB	5,7	kWh/m2.dia

Fonte: Próprio Autor(2023)

A tabela acima representa alguns dados importantes para a simulação de *Payback* do sistema instalado. Essa ferramenta de Simulação é importante, pois é possível enxergar de forma mais ampla toda ideia do projeto.

No preenchimento do cliente temos dados como o Valor da Energia Paga e Consumo de Energia ao mês. Ambos funcionam de maneira independente. Valores de Tarifas e Impostos são valores instáveis, que podem mudar conforme o período, por isso nem sempre é um valor exato. Neste caso o valor da Tarifa é uma média, dos valores HFP(Horário Fora de Ponta): R\$ 0,39/kWh somado ao valor HP(Horário de Ponta): R\$2,16/kWh divididos por 2. Já que o valor da tarifa muda conforme os períodos.

A Inflação de Energia é um valor estimado e depende de cada empresa. A irradiação Solar é um fator único de Sumé – PB. A taxa de disponibilidade é um valor cobrado pela empresa que distribui energia, mesmo com um consumo zerado. Potência dos módulos e eficiência do sistema são valores propostos pela empresa.

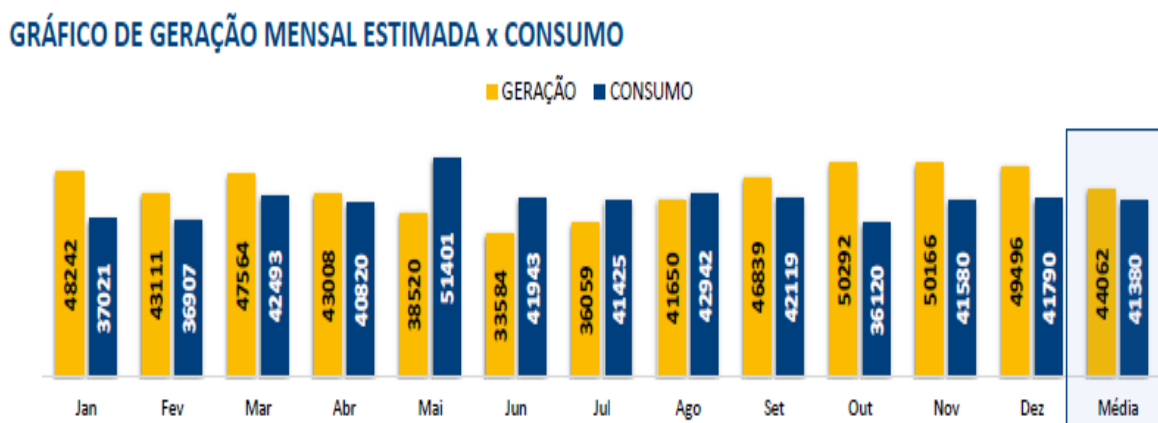
Figura 24 – Tabela de Dados da Simulação

<b>Resultados Simulação</b>		
Quantidade de Módulo:	660	módulos
Potência do Sistema:	310,2	kWp
Área de Aplicação:	1848	m <sup>2</sup>
Energia Média Mensal Estimada:	44000	kWh/mês
Energia Média Anual Estimada:	528000	KWh/ano

Fonte: Próprio Autor(2023)

A figura 32 ilustra toda parte de módulos necessários para um projeto desta dimensão, junto a potência do sistema que é de 310,20 kWp. Ela nos fornece a energia média produzida mensal que é de aproximadamente 44.000,00 kWh/mês e 528.000,00 kWh/ano. Essa estimativa também pode ser vista pelo gráfico de barras a seguir na figura 33 que oferece uma relação entre Geração Mensal Estimada x Consumo.

**Figura 25 – Gráfico de Barras**



**Fonte:** Empresa Contratada (2022)

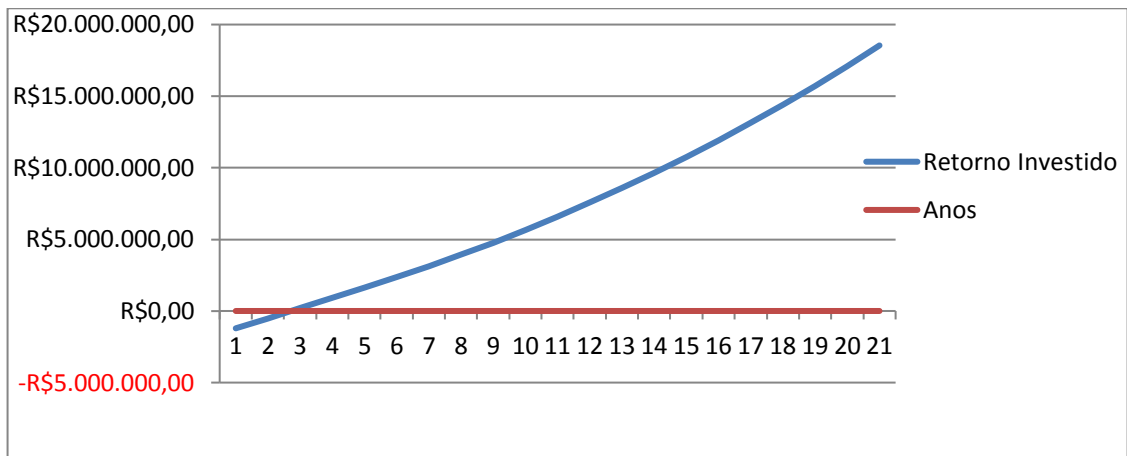
A seguir tem-se uma estimativa de investimento já explicada anteriormente, onde se mostra o valor do sistema, percentual atendido, economia financeira e o retorno de investimento.

**Figura 26 - Investimento**

<b>Investimento</b>		
<b>Valor do Sistema:</b>	<b>R\$ 1.209.780,00</b>	<b>R\$</b>
<b>Percentual Atendido:</b>	<b>189,29</b>	<b>%</b>
<b>Valor Conta de Energia DEPOIS</b>	<b>minimo</b>	
<b>Economia Financeira em 25 anos</b>	<b>R\$ 20.787.187,18</b>	<b>R\$</b>
<b>Retorno do Invesvimento</b>	<b>38</b>	<b>meses</b>

**Fonte:** Próprio Autor (2023)

Com todos esses dados estimados é possível ter uma visualização breve de Pay Back o tempo que se irá levar para ter um retorno financeiro e toda rentabilidade no período de 20 anos, já aplicando a lei 14.300 de taxaço do Fio B.

**Figura 27 – Payback**

**Fonte:** Próprio Autor(2023)

É possível notar que a partir do segundo ano e meio, o saldo de retorno do investimento começa a ficar positivo e vai crescendo gradativamente ao passar dos anos. É possível ver que em uma escala de 20 anos o retorno financeiro chega na casa dos R\$ 20.000.000,00.

**Tabela 10 – Payback**

<i>Payback</i>	<i>Anos</i>	<i>Taxa/Fio B</i>
<b>-R\$1.209.780,00</b>		
<b>-R\$529.808,64</b>	1 2023	15%
R\$196.075,91	2 2024	30%
R\$912.501,94	3 2025	45%
R\$1.640.235,04	4 2026	60%
R\$2.371.759,83	5 2027	75%
R\$3.106.570,35	6 2028	90%
R\$3.923.276,97	7 2029	90%
R\$4.776.531,21	8 2030	90%
R\$5.667.968,58	9 2031	90%
R\$6.599.297,77	10 2032	90%
R\$7.572.303,95	11 2033	90%
R\$8.588.852,14	12 2034	90%
R\$9.650.890,88	13 2035	90%
R\$10.760.455,84	14 2036	90%
R\$11.919.673,83	15 2037	90%
R\$13.130.766,83	16 2038	90%
R\$14.396.056,24	17 2039	90%
R\$15.717.967,36	18 2040	90%
R\$17.099.033,99	19 2041	90%
R\$18.541.903,36	20 2042	90%

**Fonte:** Próprio Autor(2023)

No quarto ano, todo dinheiro investido já teria retornado, com excedente de 500 mil. Tendo ao decorrer deste tempo inclusos já no *payback*, custos com manutenção dos equipamentos.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho abordado tivemos como base o estudo de analisar a simulação de aplicação de um projeto fotovoltaico para a Universidade Federal de Campina Grande, Campus Sumé - PB. A fim demonstrar a viabilidade de implementação de energia renovável, já que o campus tem como proposta ser um centro sustentável.

A pesquisa permite enxergar de forma detalhada a aplicação e execução de um projeto fotovoltaico. A ideia central é mais que uma visão econômica financeira, mas a possibilidade de geração de uma energia limpa, que não agrida o meio ambiente e aconteça de maneira sustentável e não escassa, proveniente do sol, devido ao alto índice de irradiação solar ao longo do ano, por se tratar de uma região semiárida.

Ocupando uma área de 1848 m<sup>2</sup> o projeto utilizaria as duas centrais de aula, laboratórios e sala dos professores, tendo uma sobrecarga de telhado de 12 Kg/m<sup>2</sup>, autonomia de 100%, gerando uma economia mensal de R\$ 25.199,99 e geração de 44.062 kWh/mês, o que seria ideal para todo o Campus, já que uma média calculada foi feita e o Campus consome uma média de 41.380 kWh/mês.

Seriam necessários 660 módulos fotovoltaicos de 470 W de potência com 5 Inversores de 60 kW para suprir um potencial pico total de 310,20 kWp. As placas teriam um tempo de garantia de 25 anos de eficiência energética e os inversores 10 anos.

Anualmente a Universidade tem um custo de aproximadamente R\$ 441.536,26 levando em consideração que todo esse dinheiro é gasto de maneira não retornável gerando rentabilidade zero para o Campus, o ponto-chave deste projeto é que todo esse dinheiro poderia ser investido para o pagamento do financiamento do projeto. Já que uma vez instalado e homologado, ele já poderia ser utilizado. O valor total de investimento a vista seria de R\$ 1.119.095,00. Este mesmo valor parcelado em 24 vezes, com acréscimo de juros, ficaria custando R\$ 1.294.624,56 ao final do parcelamento, com parcelas de R\$ 53.942,69.

A partir do segundo ano e meio de investimento, o retorno financeiro já seria possível, com um valor aproximadamente de R\$ 196.075,94 positivo. Em 5 anos esse valor de investimento já teria duplicado para R\$ R\$2.371.759,83. Dinheiro esse que ao longo dos anos poderia ser investido em novos projetos para o Campus Sumé e toda população de Sumé - PB. Portanto, este trabalho demonstra concisamente a possível viabilidade e os benefícios que este projeto traria para o desenvolvimento do Campus e comunidade.

Por fim, este trabalho foi sugerido de forma que possa agregar ao desenvolvimento do Campus, já que o CDSA é um Centro de Desenvolvimento Sustentável e presa por ideias

sustentáveis. Já que essa redução de custos, pode auxiliar o governo federal e o diretor do Campus a destinar essa verba que antes seria utilizada para pagamentos em faturas a concessionária de energia, em investimento para própria universidade, aplicando em áreas como pesquisa e desenvolvimento de projetos, área estrutural do Campus e até mesmo distribuindo a energia gerada para outros campus da UFCG.

## REFERÊNCIAS

- PEDROSO, T. K. **Energia renovável: soluções aplicadas em edificações na cidade de Salvador**–Ba, 2016
- ALMEIDA, L. W. B. ESTUDOS SOBRE A ENERGIA FOTOVOLTAICA, 2021.
- OLIVEIRA, A. L. D., & FERREIRA, M. E. D. P. **Estudo de eficiência energética em sistema de iluminação industrial**, 2020.
- FRANCO, E. S. **Os discursos e contradiscursos sobre a algarobeira (Prosopis sp.) no cariri paraibano**, 2008.
- SILVA, R. L. **Avaliação preliminar para aproveitamento de energia solar na região de Dourados-MS**. In: *Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS*, 2008.
- LANA, L. T. C., ALMEIDA, E., DIAS, F. C. L. S., ROSA, A. C., do Espírito Santo, O. C., Sacramento, T. C. B., & BRAZ K. T. M. (2015). **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**. *Engenharias On-line*, 1(2), 21-33.
- LIMA, F. O. P. D. A. **Análise técnico-econômica da implantação de placas fotovoltaicas em uma usina de beneficiamento de leite caprino**, 2020.
- XAVIER, C. M., VIVACQUA, F. R., MACEDO, O. S., & XAVIER, L. S. **Metodologia de gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.
- NETO, G., & OLIVEIRA, O. **Gestão de projetos no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal: desenvolvimento da maturidade com base no rearranjo de sua estrutura organizacional**, 2020.
- RODRIGUES, T. V., de JESUS, R. G., & OLIVEIRA, N. P. (2019). A importância do gerenciamento de projetos para pequenas e médias empresas. *Gestão e Desenvolvimento em Revista*, 5(1), Abril de 2012.
- PATAH, L. A. **Alinhamento estratégico de estrutura organizacional de projetos: uma análise de múltiplos casos** (Doctoraldissertation, Universidade de São Paulo), 2004.
- GOLDEMBERG, J., & LUCON, O. **Energias renováveis: um futuro sustentável**. *Revista Usp*, (72), 2015.
- ALBUQUERQUE, J. S. **Produção de energia elétrica a partir de um sistema integrado que utiliza hidrogênio como combustível**, 2019.
- CONTI MACEDO, G. **Sistemas Energéticos na História e a Construção de Paradigmas na Economia Política** (Doctoraldissertation, [sn]), 2006.
- KANGHAMEN, F. H. **Proposta de Introdução do Efeito Fotovoltaico no Processo de Ensino-Aprendizagem da Física na 8ª classe**, 2023.



OSATCHUK, T. **Fontes de geração de energia: o estado da técnica das principais fontes no Brasil** (Bachelor'sthesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná), 2019.

OLIVEIRA, R. G. D. D. **Energia como função de Estado no contexto da eficiência energética**, 2015.

TRIERVEILER, M., & GOMES, A. M. F. **Desenvolvimento de um mini gerador eólico de baixo custo utilizando a técnica do it yourself. Engenharia Elétrica-Pedra Branca**, 2018.

KOHLRAUSCH, F. **Educação ambiental: uso consciente da energia elétrica e aplicação de alternativas para diminuição do consumo**, 2010.

LANA, L. T. C., ALMEIDA, E., DIAS, F. C. L. S., ROSA, A. C., do Espírito Santo, O. C., Sacramento, T. C. B., & BRAZ, K. T. M. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. Engenharias On-line**, 1(2), 2015.

REZENDE, B. B. O. **Mercado de créditos de carbono como incentivo a um modelo energético e climático sustentável**, 2008.

SANTOS, M. J. M., & TOMOTO, A. L. D. S. **Avaliação do potencial fotovoltaico em residência unifamiliar na cidade de São Luís-MA**, 2018.

URAGA, T. J. **Abordagem experimental do efeito fotoelétrico no ensino médio: contextualizando a física moderna (Bachelor'sthesis)**, 2019.

MADUREIRA, A. C. P. **Proposta de estratégia para instalação de usinas fotovoltaicas nas Organizações Militares do Exército Brasileiro objetivando a substancial redução de seus custos com energia elétrica**, 2021.

MATOS, A. P., SANCHES, N., & DE MATOS, A. P. **Abacaxi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**, 2013.

SANTOS, L. M., & BLANCO, B. B. **Custo e benefício de painéis fotovoltaicos em residências no rio de janeiro. Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, 5(1), 89-102. 2022.

ABRÃO, M. E. G., ANDRADE, F. V., CARVALHO, J. W. M., BRITO, P. A. T., A. M., DA SILVA, A. P. S., ... & Silva, A. D. **Dimensionamento econômico para implantação da energia solar fotovoltaica conectada à rede elétrica em uma residência na cidade Ituiutaba-MG. BrazilianJournalofDevelopment**, 7(5), 46358-46378. 2021.

GARDNER, C. D., J. F., Del Gobbo, L. C., HAUSER, M. E., J., IOANNIDIS, J. P., ... & KING, A. C. **Effect of low-fat vs low-carbohydrate diet on 12-month weight loss in overweight adults and the association with genotype pattern or insulin secretion: the DIETFITS randomized clinical trial. Jama**, 319(7), 667-679. 2018.

OLIVEIRA VALENÇA, C., & NISHIWAKI, E. **O uso da energia solar fotovoltaica no tratamento de efluentes sanitários em uma empresa de comunicação no município de Manaus**. 2021.

SILVA, L. S., DE ASSUNÇÃO, R. F., DA ROCHA SOBRINHO, D. C., DA SILVA FREITAS, E., & DE ASSUNÇÃO, W. R. Avaliação de custo benefício da utilização de energia fotovoltaica. *RCT-Revista de Ciência e Tecnologia*, 5(9), 2019.

DE SOUSA, G. L., DE MEDEIROS, A. B., MENDONÇA, M. J. D. S. L., & DE OLIVEIRA, I. P. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, 4(1). 2011.

FREITAS, S. S. A. (*Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos* (Doctoral dissertation, Instituto Politecnico de Braganca (Portugal)), 2008.

SOUSA GOMES, F., SOUSA, A. P. C., AVELINO, L. C. D. C., GOMES, R. F., & MIRANDA, J. E. S. Instalação de sistema fotovoltaico na faculdade de IPORÁ–FAI, 2021.

ABDELRAHMAN, M. S., KHATTAB, T. A., & KAMEL, S. (2021). Hydrazone- Based Supramolecular Organogel for Selective Chromogenic Detection of Organophosphorus Nerve Agent Mimic. *ChemistrySelect*, 6(9), 2009.

DE AZEVEDO, R. M., RODRIGUES, M. G., & CEPEL, W. Um método prático para representação de transformadores de potência baseado em medições de resposta em frequência. *Centro de Pesquisa de Energia Elétrica–Cepel. XV eriac–Encontro Regional Ibero-americano do Cigré. Brasil*, 2013.

ACEVEDO TARAZONA, Á., & PINTO MALAVER, M. L. Contienda electoral durante el Frente Nacional (1958-1974). Las caricaturas de Chapete sobre Rojas Pinilla y la ANAPO en Colombia. *HiSTORELo. Revista de historia regional y local*, 7(13), 295-34. 2015.

SILVA, E. J. F., & DIAS, M. H. Simulação do desempenho de inversor de frequência para sistema fotovoltaico, 2021.

Oliveira, G. F. S. D. Cálculo de perdas magnéticas em torres de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica em corrente alternada, 2011.

FARIAS, E. M. B., COSTA, T. S., PILLETTI, C. P., & SANTOS, M. R. P. estudo e simulação de um controlador de carga para sistema fotovoltaico off-grid, 2020.

LOCKS, B. S. Análise de viabilidade econômica entre a lei 14.300 e a resolução normativa 482 para um sistema fotovoltaico residencial, 2023.

LIMA, D. S., MARTINS, J. P. C., & HERCULANI, R. ANÁLISE DE TARIFAS E IMPOSTOS NA ENERGIA ELÉTRICA. *Revista Interface Tecnológica*, 18(2), 796-807. 2021.

SOLAR, P. Disponível em: <[www.portalsolar.com.br](http://www.portalsolar.com.br)>. Acesso em, 4, 2015

BEZERRA, F. D. Energia solar, 2021.

INMET, I. N. D. M. Normais climatológicas do Brasil, 2018.

ISABELLE, P. E., NADEAU, D. F., ASSELIN, M. H., HARVEY, R., MUSSELMAN, K. N., ROUSSEAU, A. N., & ANCTIL, F. Solar radiation transmittance of a boreal balsam fir canopy: Spatiotemporal variability and impacts on growing season hydrology. *Agricultural and forest meteorology*, 263, 1-14. 2018.

RODRIGUES, F. I. D. S. Uso de aquecedor solar de baixo custo no preaquecimento de água para cocção de alimentos. *Energia solar fotovoltaica. Sistemas Solares Fotovoltaico para la producción*. 2019.

SPARK, W. Clima e condições meteorológicas médias em Santo Amaro no ano todo. *WeatherSpark*, 2022.

CRESESB. Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio de S. Brito, 2020.

METSULMETEOROLOGIA, 2022. Disponível em: [metsul.com/frio-do-comeco-de-novembro-chega-a-superar-medias-do-inverno/](https://metsul.com/frio-do-comeco-de-novembro-chega-a-superar-medias-do-inverno/). Acesso em: 06 de Novembro de 2022

SOLUTION ENERGIA INTELIGENTE .Energia solar para empresa, 2022.

MARTINS, M. A. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico on-grid com energia de reserva. *Engenharia Elétrica-Pedra Branca*, 2018.

CARVALHO, M. M. D., MAGALHÃES, A. S., & DOMINGUES, E. P. Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. *Nova Economia*, 29, 459-485. 2019.

AQUILA, G. (2015). Análise do impacto dos programas de incentivos para viabilizar economicamente o uso de fontes de energia renovável.

NEPOMUCENO, C., & TOSCANO, R. *Direito de energia e áreas afins*. Synergia, 2015.

EDEMILSON NOGUEIRA. *Engenharia Econômica*. EdUFSCar, 2013

BÄCHTOLD, Ciro. *Noções de administração pública*. 2016.

CARLO, J. C. *Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais*, 2008.

ABSOLAR-MAIO, A. I. Disponível em <http://www.absolar.org.br/infograficoabsolar.html>. Acesso em, 26. 2020.

TERENCE, A. C. F., & ESCRIVÃO FILHO, E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. *Anais*. 2006.

YIN, R. K.. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Penso Editora. 2016.

CANEPPELE, J. K. P. *Liderança colaborativa no contexto do trabalho em equipe na atenção primária à saúde: revisão integrativa*, 2023.

COUTINHO, C., & MIRANDA, A. C. G. Formação inicial de professores de Ciências da Natureza: relatos de uma prática docente diferenciada. *Revista InsignareScientia-RIS*, 2(2), 221-231. 2019.

DASSI, J. A., ZANIN, A., BAGATINI, F. M., TIBOLA, A., BARICHELLO, R., & DE MOURA, G. D. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. In *Anais do congresso Brasileiro de Custos-ABC*. 2015.

# **ANEXOS**

## ANEXO A – Custo de Energia por Mês, 2021

<b>2021</b>	<b>Energia elétrica</b>
Fornecedor/Mês	Energisa S.A.
JANEIRO	R\$30.670,64
FEVEREIRO	R\$29.693,98
MARÇO	R\$31.687,07
ABRIL	R\$28.831,34
MAIO	R\$29.239,37
JUNHO	R\$29.882,97
JULHO	R\$31.096,37
AGOSTO	R\$30.525,68
SETEMBRO	R\$34.586,52
OUTUBRO	R\$36.684,75
NOVEMBRO	R\$40.568,72
DEZEMBRO	R\$41.159,56
	<b>R\$394.626,97</b>

Fonte: Prefeitura CDSA (2021)

## ANEXO B – Custo de Energia por Mês, 2022

<b>2022</b>	<b>Energia elétrica</b>
Fornecedor/Mês	Energisa S.A.
JANEIRO	R\$37.571,09
FEVEREIRO	R\$37.151,53
MARÇO	R\$41.591,77
ABRIL	R\$36.230,17
MAIO	R\$42.171,91
JUNHO	R\$35.959,10
JULHO	R\$32.594,71
AGOSTO	R\$34.088,31
SETEMBRO	
OUTUBRO	
NOVEMBRO	
DEZEMBRO	
	<b>R\$297.358,59</b>

Fonte: Prefeitura CDSA (2022)

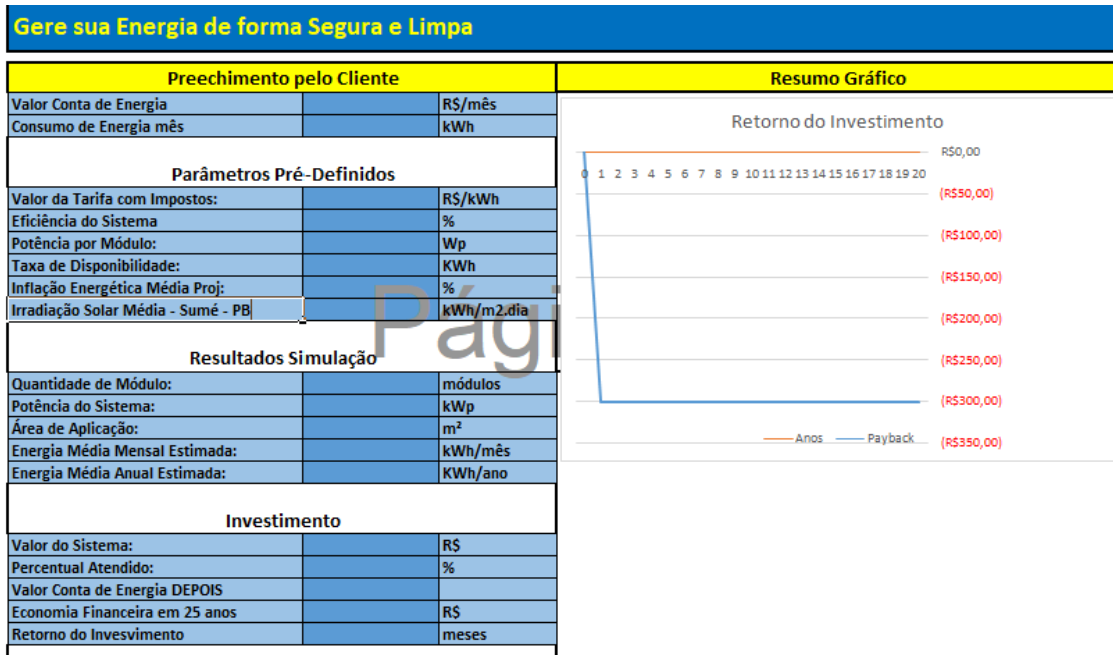
## ANEXO C – Fatura de Energia CDSA – UFCG

INDICADORES DE QUALIDADE					CONSUMO DOS ÚLTIMOS 12 MESES												
LIMITES DA ANEEL	MENSAL	APUR.	TRIM.	ANUAL	MÊS	CONSUMO FATURADO	DEMANDA MEDIDA	CONS. FAT.	CONSUMO FATURADO	DEMANDA MEDIDA	ERE	DRE	ERE	DRE	CONS.	ERE	
DIC	9,00	0,00	0,00	0,00	SET/22	4.759,44	123,48		37.360,47	142,80	219,03		1.483,44				
FIC	4,00	0,00	0,00	0,00	AGO/22	5.585,16	102,48		37.357,11	103,32	335,37		1.970,43				
DMIC	7,00	0,00			JUL/22	5.023,41	99,12		36.402,24	113,40	261,87		1.917,93				
DICRI	8,00				JUN/22	5.271,21	121,80		36.672,09	119,28	301,14		2.014,32				
					MAI/22	6.465,69	135,24		44.934,96	171,36	234,78		1.550,22				
Conjunto: Sumé					ABR/22	3.782,52	88,20		37.037,91	116,76	259,77		1.281,00				
Referência:				07/2022	MAR/22	4.181,52	82,32		38.311,14	115,92	207,90		952,35				
Tensão Contratada:					FEV/22	3.546,90	75,60		33.359,76	113,40	210,63		1.000,02				
Limite Adequado:			13,6 a 14,0		JAN/22	3.527,37	62,16		33.493,95	147,84	196,98		1.330,77				
					DEZ/21	4.200,00	77,70		37.590,00	105,00	210,00		1.050,00				
					NOV/21	3.780,00	77,70		37.800,00	142,80	210,00		1.050,00				
					OUT/21	3.570,00	77,70		32.550,00	88,20	210,00		1.470,00				
					SET/21	3.570,00			28.980,00								
DIC: Horas que o cliente ficou sem energia																	
FIC: Vezes que o cliente ficou sem energia																	
DMIC: Duração da maior interrupção de energia no período																	
DICRI: Duração da interrupção individual em dia crítico																	
						PONTA	INTERME-DIÁRIA		FORA DE PONTA		PONTA		FORA DE PONTA		RESERVADO		
*FATURAMENTO PELA MÉDIA/MÍNIMO																	
COMPOSIÇÃO DO CONSUMO				ESTRUTURA DO CONSUMO													
				DADOS DA LEITURA			Leitura Anterior: 31/08/2022			Leitura Atual: 30/09/2022			Dias: 30			DADOS DO CONSUMO	
DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)	%		UN.	POSTO	ATUAL	ANTERIOR	K	PERDAS (%)	FAT. POT.	AJ. FAT. POT.	MEDIDO	FATURADO				
Serviço de distribuição	6.978,56	20,05	KWH	Ponta		456,68	434,02	210,00	0,00	0,00	0,00	4.759,44	4.759,44				
Compra de energia	12.363,46	35,51	KWH	FPonta		3.680,90	3.503,00	210,00	0,00	0,00	0,00	37.360,47	37.360,47				
Serviço de transmissão	1.814,54	5,21	KW	Ponta		0,59	0,00	210,00	0,00	0,00	0,00	123,48	0,00				
Encargos setoriais	6.802,42	19,54	KW	FPonta		0,68	0,00	210,00	0,00	0,00	0,00	142,80	299,00				
Impostos diretos e encargos	6.855,47	19,69	ERE	Ponta		31,61	30,56	210,00	0,00	0,00	0,00	219,03	219,03				
Outros serviços	0,00	0,00	ERE	FPonta		177,29	170,22	210,00	0	0,00	0,00	1.483,44	1.483,44				
Total	34.814,45	100,00	DRE	Ponta		0,57	0,00	210,00	0,00	0,00	0,00	119,70	0,00				
Encargo de Uso do Sistema de Distribuição			DRE	FPonta		0,62	0,00	210,00	0,00	0,00	0,00	130,83	0,00				

Fonte: Energisa (2022)



## ANEXO D – Interface da ferramenta de Dimensionamento Solar



Fonte: Próprio Autor (2023)

## ANEXO E – Proposta da Empresa Consultada



### ACEITE DA PROPOSTA

Declaro estar de acordo com todos os termos estabelecidos na Proposta Comercial SESFV-JPA-686 apresentada pela SOLUTIONN, incluindo valores, formas de pagamento, condições comerciais e todas as especificações abaixo:

RESUMO DO SISTEMA (*)		310,20 kWp
660	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 470W MONOCRISTALINO JINKO	
05	INVERSORES 60 kW 380 V	
01	CONJ. ESTRUT. FIXAÇÃO EM ALUMÍNIO E AÇO INOX PARA TELHADO FIBROCIMENTO	
01	CONJ. MATERIAIS ELÉTRICOS, CONEXÕES E DEMAIS ACESSÓRIOS	
01	SERVIÇO DE ENGENHARIA	
01	SISTEMA DE MONITORAMENTO	
01	SERVIÇO DE INSTALAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E COMISSIONAMENTO	

(\*) Equipamentos sujeitos a alteração no momento da compra, conforme disponibilidade do fabricante / distribuidor. Nesse caso, será mantido o mesmo padrão de qualidade, tecnologia e garantia dos equipamentos originais.

Declaro estar ciente que, após realização de visita técnica e confirmação da viabilidade do projeto, caso eu opte por não dar continuidade no projeto, serei cobrado pela visita técnica no valor de R\$ 500,00.

### Dados Gerais:

CLIENTE:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRAN	ENDEREÇO:	RUA LUIZ GRANDE, S/N
CNPJ/CPF:	05.055.128/0008-42	BAIRRO:	FREI DAMIÃO
CIDADE:	SUMÉ	ESTADO:	PB

VALOR: R\$ 1.119.095,00 ( um milhão, cento e dezenove mil e noventa e cinco reais )

sexta-feira, 17 de fevereiro de 2023

Fonte: Sollution Energia Inteligente (2023)