

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO  
Técnico em Eletrotécnica**

**Thales Alexandre Silva Souza  
Gustavo Moura da Silva  
Leonardo Gonçalves Pereira  
Leonardo Calamari dos Santos**

**ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETO FOTOVOLTAICO EM  
INSTITUIÇÃO BENEFICENTE**

**São José do Rio Preto/SP  
2022**

**Thales Alexandre Silva Souza**  
**Gustavo Moura da Silva**  
**Leonardo Gonçalves Pereira**  
**Leonardo Calamari dos Santos**

**ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETO FOTOVOLTAICO EM  
INSTITUIÇÃO BENEFICENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso Técnico em Eletrotécnica da Etec  
Philadelpho Gouvêa Netto orientado pelo Prof  
Mario Kenji Tamura como requisito parcial para  
obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

**São José do Rio Preto/SP**

**2022**

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

*Cello Vieira*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o contínuo crescimento da população gera a necessidade de aumentar a produção de produtos que são vitais a sobrevivência humana, principalmente na geração de energia. Uma vez que com o aumento populacional é consequente que também tem crescido consideravelmente o consumo de energia elétrica no mundo (SCHEER, 2002).

Além de buscar novas fontes para suprir a necessidade da população, deve-se considerar o fator sustentabilidade. Atualmente, em diferentes setores da economia mundial encontra-se mudanças para mitigar os efeitos negativos ao meio ambiente, promovendo o uso consciente dos recursos naturais. Dessa forma, tem surgido uma motivação pelo desenvolvimento de formas de energia mais limpas e renováveis, que procuram não alterar de maneira acentuada as condições de vida no planeta (SCHEER, 2002).

É com esse intuito que se insere a energia solar fotovoltaica, que nada mais é do que uma nova forma de geração de energia elétrica, o qual é comprovadamente capaz de suprir as necessidades, promovendo diversas vantagens quando comparada aos outros sistemas tradicionais existentes (VILLALVA, 2015).

Justifica este estudo pela crescente necessidade da inovação em fontes renováveis de energia, levando em consideração ao crescente número da população e com isso a necessidade de usar com mais intensidade os recursos naturais do planeta, o que tem despertado um alerta quanto ao futuro, pois os recursos que encontramos são finitos, sendo assim devem ser explorados de forma consciente e responsável. Esse fato tem criado termos, como é o caso da sustentabilidade, é o que tem motivado a sociedade a mudar seus hábitos e buscar por formas de sobrevivência que não interfira tanto no meio ambiente, economizar o verde, o dinheiro, de modo que permita uma vida melhor a sociedade.

## **1.1. Justificativa**

A implantação de energia fotovoltaica é de grande importância para o meio ambiente, visto que os recursos estão cada vez mais escassos.

A energia solar é utilizar uma fonte de recurso que temos em abundância, visando a sustentabilidade e a economia.

## **1.2. Objetivo geral**

Objetivo desenvolver um projeto de implantação de energia fotovoltaica para reduzir gastos de energia na Instituição Beneficente denominada APAE no município de Fronteira/MG.

## **1.3. Objetivo específico**

O objetivo principal desse projeto é que atenda a demanda de energia da Instituição, para que assim, todo o dinheiro gasto com energia tenha retorno em curto prazo.

Visando que o dinheiro que era gasto com energia passará a ter outros objetivos, como compra de materiais escolares, contratação de novos auxiliares, entre outros.

Será feito um cálculo em quanto tempo será necessário para ter o retorno do dinheiro investido em sistema fotovoltaico.

Será feito um levantamento de possíveis lugares para instalação das placas que aproveite o máximo de eficiência dada pelas placas.

Juntamente será elaborado o levantamento dos custos para implementação do sistema, volume de rendimento máximo e mínimo de energia de acordo com as mudanças ambientais.

#### **1.4. Materiais e métodos de pesquisa**

Revisão bibliográfica a partir de fontes primárias e secundárias.

Projeto, memorial de cálculo e planilhas de custos.

#### **1.5. Forma de análise dos resultados**

Será feito um levantamento dos dados e custos para implantação.

### **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1. Energia solar fotovoltaica**

Energia solar é entendida como a energia que vem da luz e do calor do Sol, e por sua vez tem diferentes maneiras de se utilizar essa energia, como o aquecimento solar, a energia proveniente de painéis fotovoltaicos, a energia heliotérmica e a arquitetura solar. Essa energia é considerada como uma fonte de energia sustentável e renovável, de maneira que não prejudica nossos recursos naturais que são finitos (TOLMASQUIM, 2003).

Essa energia é obtida através da conversão da radiação solar em energia elétrica, que é feito por intermédio de materiais semicondutores, o que se denomina de Efeito Fotovoltaico, que foi visto pela primeira vez em 1839 pelo físico francês Edmund Becquerel, que observou uma tensão entre os eletrodos de solução condutora, quando exposto a luz solar (VILLALVA, 2015).

Em 1870 retornaram a falar sobre o efeito fotovoltaico, onde foram feitos estudos da sua aplicação em sólidos, como o selênio e, e foi em 1880 que criaram a primeira célula fotovoltaica, construída usando o selênio, onde obtiveram uma eficiência de apenas cerca de 2%. Nos EUA na década de 50 foram introduzidas pesquisas sobre aplicações da tecnologia fotovoltaica, e a partir de então foi estudada uma maneira de

obter um sistema realizável e de longa duração para que pudessem alimentar satélites, na Figura 1 pode-se observar painéis fotovoltaicos já instalados e operando (VILLALVA, 2015).

**Figura 1 – Painéis Fotovoltaicos.**



Fonte: Liberty Energia, 2021.

Em 1973 ocorreu uma grande crise mundial de energia, e então surgiu a preocupação de estudar novas fontes de energia, o que levou a energia solar através de painéis fotovoltaicos em maior evidência, não restringindo o uso dos painéis apenas à programas espaciais (SCHEER, 2002).

É possível fabricar células solares de silício cristalino com até 27% de eficiência de conversão, isso em laboratório, já quando são produzidas industrialmente é possível adquirir uma eficiência de 15 a 18 %. Outro material viável é o silício amorfo hidrogenado, a eficiência adquirida em laboratório é de 10 a 12% e de 7 a 8 % quando se trata de industriais, mas o custo da fabricação é consideravelmente menor, o que impulsiona o desenvolvimento de tecnologias que aumentem sua eficiência (SCHEER, 2002).

A eletricidade solar fotovoltaica é uma tecnologia energética muito promissora, pois provém de uma fonte energética renovável que é muito abundante, e na produção de energia não são liberados nenhum tipo de resíduos, e não alterando o equilíbrio do meio ambiente, pois nem mesmo calor residual é liberado, não há queima de combustíveis, e nem necessidade de maquinário pesado, o que evita a colaboração com o efeito estufa (TOLMASQUIM, 2003).

O sistema de captação de energia solar é feito através de módulos, permitindo diversas aplicações ao sistema, de modo que os módulos são de fácil e rápida

instalação, onde a cada módulo a mais instalado aumenta-se a potência obtida. São vastamente utilizados no setor de telecomunicações, em países que ainda se encontram em desenvolvimento o seu uso se dá em áreas isoladas ou distantes das redes de distribuição, sendo utilizadas principalmente para realizar o bombeamento de água, o processamento de alimentos, em sistemas de refrigeração, na sinalização automática, na eletrificação de cercas, na comunicação, etc. (TOLMASQUIM, 2003).

Nos EUA já se encontram empreendimentos que trabalham com a geração de grandes potências elétricas, da ordem de dez megawatts, já na Europa e no Japão, existem centrais menores, que alimentam as redes comerciais, o que ocasiona uma grande economia de combustíveis fósseis. O custo para geração desse tipo de energia é cerca de três vezes maior quando comparado aos sistemas convencionais, entretanto contamos com a evolução da tecnologia, esperando que esse custo venha cair, de maneira que se iguale com os sistemas convencionais, o que acarreta a ampliação de suas aplicações (VILLALVA, 2015).

## **2.2. Energia solar fotovoltaica no Brasil**

Visto que o Brasil é um país com os índices de radiação solar lá em cima (principalmente na região nordeste), é notável que a procura de uma energia fotovoltaica acaba sendo uma boa opção para esses brasileiros, principalmente na questão de economizar nesta certa área. Pois temos em mente que o meio de Energia Fotovoltaica pode ser bem mais econômico e ter diversas vantagens, assim como algumas desvantagens também presentes. Mas grande parte do país ainda não utiliza dessas tecnologias devidos a dificuldades encontradas, como no meio rural, onde vemos até hoje uma certa dificuldade a levar energia elétrica em certas áreas, gerando altos custos e gastos extremamente consideráveis (ANEEL, 2002).

Com a grande chegada da Energia Solar no Brasil, diversos órgãos nacionais e internacionais, instituições como o MME, Eletrobrás, o Laboratório de Energia Renovável dos Estados Unidos (National Renewable Energy Laboratory), entre outras entraram com um certo apoio técnico, científico e financeiro (MME, 2004).

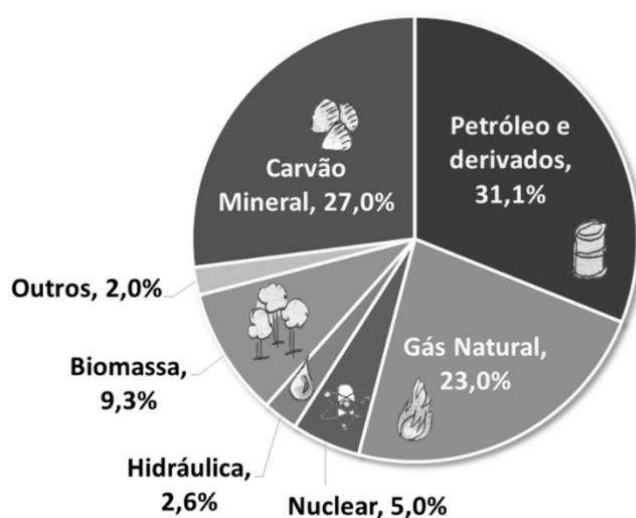


Um programa do governo introduziu o uso de painéis fotovoltaicos para o aquecimento de água em casas subsidiadas pelo governo nas regiões Sul e Sudeste. As do CDHU foram demandadas que suas instalações desses painéis seriam de certa forma obrigatória, tendo em vista que o consumo de energia usada para esse fim é grande, principalmente no setor residencial (TORRES, 2012).

Em 1999 foi criado um programa chamado Luz no Campo, que visava levar energia elétrica pra mais de 1 milhão de residências em zonas rurais dentro de um período de 4 anos, porém uma ONG (Organização não governamental) interferiu com uma proposta de implementar a tecnologia fotovoltaica no programa, sendo assim foram criados dois projetos: Projeto Eldorado e Projeto Cooperação CEPEL – NREL. O projeto contou com a ajuda financeira de diversas instituições internacionais como a NROE que promoveram uma difusão das aplicações da tecnologia fotovoltaica (RÜTHER, 2011).

O Brasil já deu início ao incentivo da implantação desse tipo de energia renovável, mas é visível em seu cenário observar que mesmo tendo um grande potencial para a aplicação de energia solar, ainda é consideravelmente grande a contribuição da hidroeletricidade e a biomassa para o setor de energia brasileiro, pois os mesmos contribuem significativamente para o suprimento energético do país, como pode observar no Gráfico 1 apresentado abaixo (TOLMASQUIM, 2003).

**Figura 2 – Fontes de energia elétrica brasileira (Matriz Energética).**



Fonte: EPE GOV, 2021.

### **2.3. Lei 14.300**

Esta lei de 6 de Janeiro de 2022, ela institui a microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) que mudou as seguintes leis: Lei nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

Esta lei estabelece que os Minigeradores são aqueles que geram mais de 75 kW até 10 MW. E os Microgeradores são aqueles que geram até 75kW.

Antes dessa lei entrar em vigor não havia nenhuma tarifa a ser paga, mas após ela haverá uma cobrança de tarifas de uso dos sistemas de distribuição, Os micro e mini geradores que já estão instalados pagarão apenas componentes da tarifa somente sobre a diferença entre o consumo e o que foi gerado e injetado na rede de distribuição (Isso em até 2045), isso também vale para unidades consumidoras que pedirem acesso a distribuidora de energia até 12 meses a data da publicação da lei.

A lei 14300 é uma conquista necessária para o setor, especialmente por trazer segurança jurídica as atividades até então regulamentadas somente por resoluções normativas da Aneel (G5 Solar, 2022).

A Aneel (Agencia Nacional de Energia Elétrica) desde 2018, tentou instituir alterações na resolução normativa indicando uma possível taxaço do sol e altos encargos, com isso ela trouxe grandes reações na forma de inúmeros projetos de lei apresentados pelo setor interligado ao mercado renovável de energia.

Um Programa de Energia Renovável Social (PERS) foi criado com a finalidade de financiar as instalações de geração de fontes renováveis para consumidores de baixa renda, e seus produtos devem ter origem no Programa de Eficiência Energética (PEE). (Agência Câmara de Notícias, 2022).

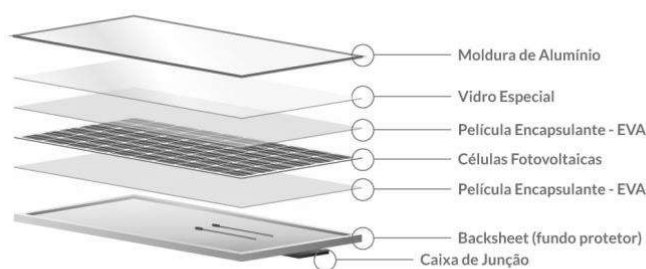
### **2.4. Componentes para o sistema de gerador fotovoltaico**

#### **2.4.1 Módulo Fotovoltaico (Painel Solar):**

O módulo fotovoltaico normalmente é composto por 36 a 72 células solares produzidas normalmente com um material chamado silício e é utilizado para captar a luz do sol, nele acontece a parte principal que é a conversão de luz solar para energia elétrica fotovoltaica.

Primeiramente os módulos captam a luz e geram a energia CC (Corrente Contínua), que logo em seguida é passada no inversor onde é convertida em CA (Corrente Alternada) a energia normalmente utilizada em residências e comércios, após isso a energia é distribuída entre as tomadas e aparelhos eletrônicos do imóvel. Seu excedente de energia é injetado na rede de distribuidora que conseqüentemente gera créditos com a concessionária de energia.

**Figura 3 – Módulo Fotovoltaico.**



Fonte: BlueSol Energia Solar, 2019.

#### **2.4.2. Microinversores:**

Sua principal função é a conversão da energia gerada pelos módulos voltaicos de CC (Corrente Contínua) para CA (Corrente Alternada) que é energia utilizada em residências e comércios.

O inversor string tem uma certa diferença em todo o processo, ele permite que isso possa acontecer de forma individual, sendo assim a energia de cada módulo é transformada diretamente de CC em CA, antes de se juntar à energia dos outros painéis solares, trazendo algumas vantagens

Normalmente os microinversores são menores e possuem potências inferiores que a maioria dos inversores string. Fazendo com que o string seja melhor em sua utilização.

**Figura 4 – Microinversor .**



Fonte: OpusSloar, 2022.

**Figura 5 – Inversor String.**

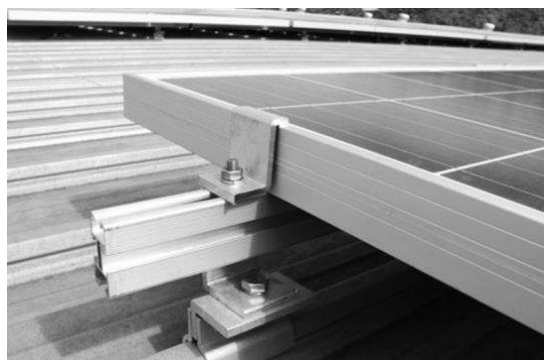


Fonte: WEG, 2022.

#### **2.4.2. Estrutura de fixação**

As estruturas são formadas, principalmente, por suportes e trilhos de alumínio para aumentar a vida útil do produto geralmente feitas de alumínio ou aço inoxidável, a maioria das estruturas de fixação para painéis fotovoltaicos são concebidas para aplicações universais, como: coberturas de telha de barro, telha de concreto, telhado metálico, telha de fibrocimento, seguidores solares e fixação direta sobre o solo. A fixação das placas fotovoltaicas depende da existência de trilhos.

**Figura 5 – Estrutura de fixação.**



Fonte: Microgeração Fotovoltaica, 2022.

### 2.4.3. Componentes elétricos

O sistema fotovoltaico para sua melhor proteção e conservação do sistema. Temos componentes que nos ajudam a garantir um melhor desempenho e maior segurança, como, disjuntores de proteção, conectores e cabeamento.

**Figura 6 – Cabeamento.**



Fonte: OCA Energia, 2022.

## 3. ESTUDO DE CASO

O dimensionamento do sistema fotovoltaico é preciso se basear em três fatores importantes: potência necessária a ser atendida, irradiância e temperatura ambiente.

Com base nessas informações buscamos a otimização dos módulos fotovoltaicos e do inversor de frequência a partir de suas características elétricas e das condições do ambiente.

### 3.1. Associação APAE

APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) fundada no Rio de Janeiro por volta de 1954, e é caracterizada pela sua organização social cujo o objetivo é trazer atenção integral a pessoas com deficiências intelectual e múltipla.

O objetivo da APAE é levar o atendimento educacional especializado aos alunos com deficiência Intelectual e Múltipla, e sua faixa etária de alunos varia de menos de um ano de idade até a idade onde a pessoa pode ser caracterizada como adulta, preparando seus alunos para a cidadania por meio de incentivos para o seu desenvolvimento integral e o desenvolvimento de suas potencialidades.

Os serviços prestados por essa associação são muito importantes pois podem ajudar bastante aquelas pessoas que tem deficiência e muitas vezes tem suas vidas dificultadas, dentre eles estão: Assistência Social, Garantia de Direitos, Atendimento a Família, Grupo de Apoio e Encaminhamentos.

Figura 8 – Logo da Associação APAE



Fonte: APAE Brasil, 2022.

### 3.2. Local da instalação

O sistema fotovoltaico apresentado atende a instituição denominada de Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (**APAE**) no município de Fronteira/MG.

Os valores aproximados de latitude e longitude são respectivamente  $20^{\circ}16'41.30''S$ ,  $49^{\circ}12'17.33''O$ . A figura 7 mostra a localização exata da instituição, obtida através do Google Earth Pro.

Local da instalação:

Avenida Afonso Gaioso, 260, Vila de Furnas.

Fronteira/MG.

**Figura 7 – Local de Instalação**



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

Este local se localiza em uma das partes centrais da cidade, sem muitas complicações para instalação. O telhado que melhor se encaixaria para a instalação

fica apontado para a região norte sendo ele de Fibrocimento, as figuras 8 e 9 logo abaixo mostram com mais precisão os locais de instalação.

**Figura 8 – Local exato da instalação**



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 9 – Telhado de Fibrocimento**



Fonte: Autor, 2022.

### 3.3. Dimensionamento

Para determinação de consumo mensal da instituição utilizamos um histórico de doze meses de faturas consecutivas para determinar uma media de kWh, assim utilizando-a para calcular a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos.

Mês	Consumo (kWh)
AGO/2021	587
SET/2021	709
OUT/2021	656
NOV/2021	619
DEZ/2021	643
JAN/2022	527



FEV/2022	600
MAR/2022	870
ABR/2022	856
MAI/2022	782
JUN/2022	684
JUL/2022	657
AGO/2022	781
Média	= 690kWh

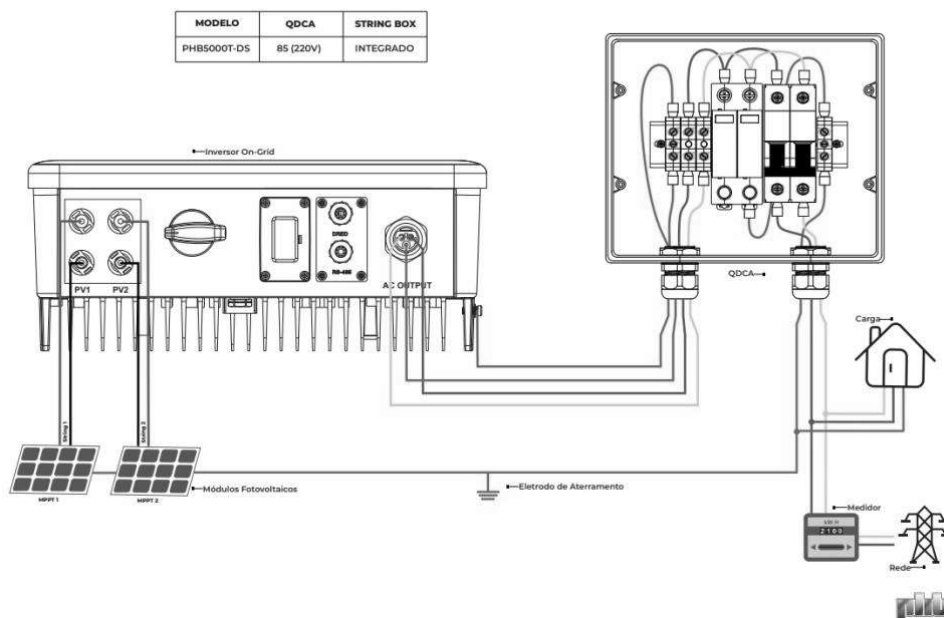
Utilizamos uma fórmula para dimensionamento dos equipamentos necessários para instalação desse sistema fotovoltaico resultando em 5,65kWp.

O kit gerador fotovoltaico escolhido para aderir este projeto é composto pelos seguintes componentes:

- 10 Und - 6016009509-MODULO 565WP-MONO-N TIPO, (JKM565N-72HL4-V) JINKO-PROMO
- 1 Und - 6000012708-PHB5000T-DS, INVERSOR FV MONO 220V/2MPPT/DPS II
- 1 Und - 6006020208 - QDCA/BS, QUADRO DE PROT.CA-SOLAR (32A DJAC) MONOFÁSICO 220V
- 8 Und - 2034001103 - GRAMPO TERMINADOR 35MM EM ALUMINIO
- 8 Und - 2034001905-EMENDA P/ PERFIL DE ALUMÍNIO
- 4 Und - 2034002003-GRAMPO DE ATERRAMENTO
- 10 Und - 2034002102-ABRAÇADEIRAS DE AÇO PARA CABOS
- 16 Und - 2034002508 - CLIP DE AÇO P/ ATERRAMENTO ESTRUTURA-MODULOS
- 20 Und - 2034003705 - HANGER BOLT HOOK #4 (200MM)- ONDULADA-ESTRMADEIRA
- 16 Und - 2034005307-GRAMPO INTERMEDIARIO 35MM EM ALUMINIO

- 8 Und - 2034021307-JUMPER DE ATERRAMENTO P/ PERFIL ALUMINIO
- 4 Und - 2034062704-PERFIL DE ALUMÍNIO ANODIZADO PARA MÓDULOS FV (1,25M)
- 8 Und - 2034062803 - PERFIL DE ALUMÍNIO ANODIZADO PARA MÓDULOS FV (2,40M)
- 50 Metros - 0835000107-CABO SOLAR PRETO COM PROTEÇÃO UV 4,0MM2
- 50 Metros - 0835000305-CABO SOLAR VERMELHO COM PROTEÇÃO UV 4.0MM2
- 40 Metros - 0835000503-CABO SOLAR VD/AM COM PROTEÇÃO UV 6,00MM2
- 3 Und - 1011049907 - CONECTOR MC4 EVO MACHO+FEMEA P/ MODULO JINKO.

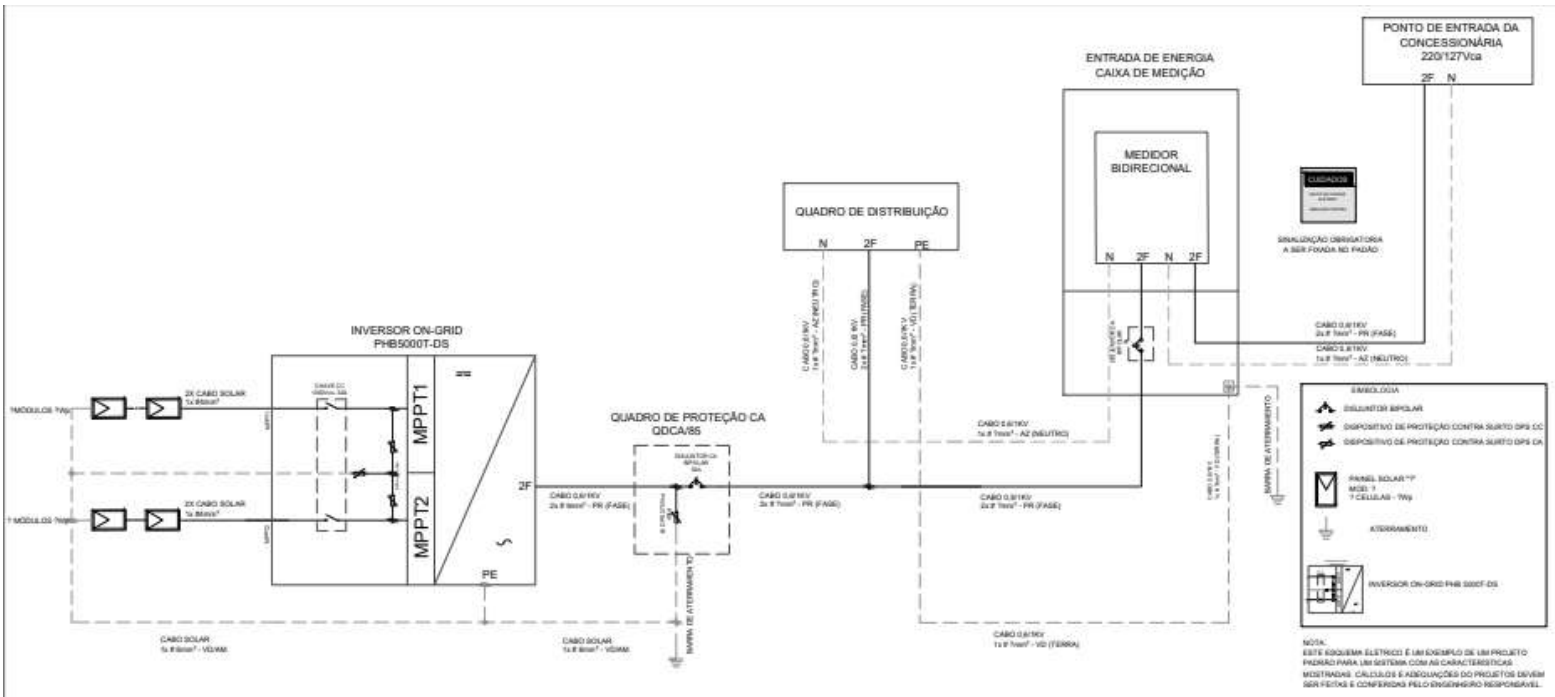
**Figura 10 – Esquema de Ligação**



Fonte: PHB Solar, 2021.

Na imagem a seguir (figura 11) é mostrado o diagrama unifilar da instalação para análise do sistema elétrico pela companhia.

Figura 11 – Diagrama Unifilar



Fonte: Autor, 2022.

O inversor utilizado para o projeto é o Inversor Solar Monofásico PHB5000T-DS-220V fabricado pela NHB Solar, que conta com Alta eficiência, Monitoramento incorporado, Design de baixo ruído e sem ventilador, String Box integrada, reduzindo tempo e área de instalação, seu registro no Inmetro é PHB5000T-DS- 002100/2021, e atende as normas ABNT NBR 16149; ABNT NBR 16150; ABNT NBR IEC 62116.

**Figura 12 – Inversor PHB5000T-DS-220**



Fonte: NHB Solar, 2021.

Logo abaixo (Tabela 3) é mostrada alguns detalhes técnicos do inversor PHB5000T-DS-220:

**Tabela 3 – Dados Técnicos Inversor**

Max Tensão CC	600V
Faixa de operação	80-550V
Tensão CC de partida	80V
Corrente Curto circuito	16,3/16,3A
Corrente CC Max	13/13 <sup>a</sup>
Numero de String/MPPT	2/2
Conector CC	MC4
String Box Integrada	Interruptor/Seccionador CC (IEC60947-1 e IEC60947-3) e DPS CC Classe II (EN50539-11)
Potência Nominal	5000W
Max Corrente CA	22,8A

Saida Nominal	208, 220, 230, 240, 254Vca; 60Hz
Faixa de Operação CA	166,4~279,4Vca; 57,5~62Hz
THDi	<3%
Fator de Potência	0.8 Capacitivo/0.8 Indutivo
Conexão CA	Monofasico/Bifasico

### 3.4. Viabilidade econômica

Para designar a viabilidade econômica do projeto, é feito um cálculo do tempo de retorno do investimento, onde são aferidos os valores investidos e a economia gerada ao decorrer do tempo. De acordo com a solução, percebe-se se o projeto apresenta lucro ao investidor e em quanto tempo esse lucro é atingido.

**Tabela 4 – Valores dos equipamentos e instalação**

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
KIT Gerador completo com PHB5000T-DS e módulos JINKO 565WP	R\$ 19.640,52
Custo estimado da instalação	R\$ 1.500,00 (+R\$ 1.000,00 homologação).
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 22.140,52</b>

Fonte: Autor, 2022.

Conforme visto a relação de geração e consumo do sistema fotovoltaico, concluiu-se que a energia solar gerada irá atender totalmente 100% do consumo da instituição. Dessa maneira, o custo mensal de energia da instituição será referente à tarifa imposta pela companhia de energia conforme o tipo de conexão.

A tabela 4 apresenta o valor da tarifa de disponibilidade em kWh/mês e R\$/mês, calculando a tarifa de energia atual igual a R\$ 0,65/kWh.

Tabela 5 – Valor de consumo mínimo em função do padrão de conexão

Tipos de conexão	Tarifa de disponibilidade (kWh/mês)	Custo mensal mínimo (R\$/mês)
Monofásico	30	R\$ 19,50
Bifásico	50	R\$ 32,50
Trifásico	100	R\$ 65,00

Fonte: Autor, 2022.

Para descobrir a economia mensal é usado o valor de consumo médio mensal da instituição que é de 690 kWh/mês. A Equação (01) é referente ao custo médio mensal antes da instalação do sistema de geração, conforme o ICMS que é imposto sobre a tarifa, atualmente igual a 18%.

O consumo futuro para uma instituição com tipo de conexão bifásico que a geração atende 100% da carga é calculado conforme mostrado na Equação (02).

$$C_{atual} = consumo \cdot tarifa + ICMS \text{ Eq. (01)}$$

$$C_{atual} = (690 \cdot 0,65) * \frac{100}{82} = R\$ 546,95$$

$$C_{futuro} = consumo \text{ mensal mínimo} + ICMS \text{ Eq. (02)}$$

$$C_{atual} = R\$ 32,50 * \frac{100}{82} = R\$ 39,63$$

Com os dados estimados de custo mensal atual e futuro é capaz calcular a economia do sistema. Com relação a esse cenário, a economia mensal média seria de R\$ 507,32, em um ano seria economizado R\$ 6.087,84. Portanto, o tempo de retorno é calculado através do método de payback abatido, em que leva em conta uma taxa de juros integrar o fluxo de caixa ao decorrer do tempo para o valor presente (VP).

Como referência, utilizamos a taxa SELIC, que hodiernamente corresponde a 13,75% ao ano. A Equação (03) indica a forma de cálculo do valor presente (VP).

$$VP = \frac{VF}{(1+s)^n} \text{ Eq. (03)}$$

Ao qual:

VP = Valor presente

VF = Valor futuro

N = número anos

S = taxa SELIC

A Tabela 5 indica o valor do investimento dos equipamentos por meio do fluxo de caixa e do valor presente similar da economia anual na conta de energia elétrica. Aspectos como a diferença na taxa de juros, diferença da taxa de energia, a diferença no consumo de energia e manutenção nos equipamentos do sistema de geração não foram destacados e podem impactar no cálculo de payback.

**Tabela 6 – Cálculo de payback.**

<b>Investimento Inicial</b>	R\$ 19.640,52		
<b>Taxa de Desconto</b>	13,50%		
<b>Período (Ano)</b>	<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>Valor Presente</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 19.640,52	-R\$ 19.640,52	-R\$ 19.640,52
1	R\$ 6.087,84	R\$ 5.363,74	-R\$ 14.276,78
2	R\$ 6.087,84	R\$ 4.725,76	-R\$ 9.551,03
3	R\$ 6.087,84	R\$ 4.163,66	-R\$ 5.387,36
4	R\$ 6.087,84	R\$ 3.668,43	-R\$ 1.718,94
5	R\$ 6.087,84	R\$ 3.232,09	R\$ 1.513,16
<b>Soma VPs (Ano 1 a 5)</b>	R\$ 21.153,68		

<b>VPL do Projeto</b>	R\$ 1.513,16
<b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b>	16,64%
<b>Taxa de Lucratividade</b>	1,08
<b>Tempo de Payback</b>	4,53

Fonte: Autor, 2022.

Conforme a tabela mostra, estima-se que dentro de 5 anos já teria retorno financeiro. Porém, não foram levados em consideração algumas variáveis que podem alterar diretamente o cálculo, por exemplo, a diferença da tarifa de energia, diferença da taxa SELIC e periodicamente custos de manutenção do sistema.

#### **4. Conclusão**

O desenvolvimento de fontes alternativas de energia, principalmente fontes que são consideradas limpas e renováveis, como por exemplo a energia solar fotovoltaica, é absolutamente necessário, de modo que a geração de energia é diretamente relacionada a preservação do equilíbrio ambiental e é um disseminador de inclusão social.

A instalação dos sistemas de captação de energia solar é realmente mais cara quando comparada aos dos sistemas tradicionais, porém tem em contrapartida que a energia solar fotovoltaica pode ser caracterizada pelo seu elevado grau de confiabilidade e pela alta flexibilidade, que possibilita levar energia a áreas remotas de difícil acesso.

Para países em desenvolvimento promover a ampliação do uso dessa energia é um fator de cunho social, operando em atividades como geladeiras para vacinas e o bombeamento de água, que traz consigo o desenvolvimento da população com maior economia, benefícios esses que auxiliam para o crescimento e desenvolvimento da população.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; **Atlas de energia elétrica do Brasil**; ANEEL; Brasília; 2002.

TORRES, R. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. Dissertação (Mestrado em Térmica e Fluidos) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. **Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil**. Energy Policy, v. 39, n. 3, p. 1027 – 1030, 2011.

SCHEER, H., **Economia Global Solar. Estratégias Para a Modernidade Ecológica.** Rio de Janeiro: CRESESB-CEPEL, 2002.

TOLMASQUIM, M. T., **Fontes Renováveis de Energia no Brasil.** Rio de Janeiro: CENERGIA, 2003.

VILLALVA, M. **Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações.** 2 ed. São Paulo: Érica, 2015.