



## **CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

Benedito Carlos de Campos

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**ITAPEVA - SP  
Dezembro/2022**

**Benedito Carlos de Campos**

## **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial a obtenção da conclusão de Técnico em Eletrotécnica, na ETEC Doutor Demétrio Azevedo Júnior de Itapeva-SP.

**ITAPEVA - SP**  
**Dezembro/2022**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Benedito Carlos de Campos

## **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA**

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Eletrotécnica da ETEC Dr. Demétrio de Azevedo Junior.

Itapeva, 08 de Dezembro de 2022.

### **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Me. Edgar de Jesus Endo, Eng. Eletricista – Eletrônico.

---

Prof. Esp. Cláudio Camargo Melo, Eng. Eletricista.

---

Prof. Me. Fabrício Pimentel Goncalves, Eng. Eletricista.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>3. DIFICULDADES ENCONTRADAS.....</b>	<b>11</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 ENERGIA SOLAR .....</b>	<b>13</b>
<b>5.2 PAINÉIS FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICOTOS .....</b>	<b>14</b>
<b>5.4 PRÓS E CONTRAS DA ENERGIA SOLAR .....</b>	<b>15</b>
<b>6. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>16</b>
<b>6.1 CONFECÇÃO DA MAQUETE .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2 TESTE DE FORNECIMENTO DE ENERGIA DA PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>18</b>
<b>6.3 MONTAGEM DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ORÇAMENTO TOTAL DO PROJETO .....</b>	<b>20</b>
<b>8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>24</b>
<b>10. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente agradeço à Deus pela oportunidade de estar realizando este curso técnico, pois foi ele que me deu forças para chegar até aqui, agradeço aos meus professores que sempre me ajudaram e apoiaram nesta minha jornada, como também meus colegas de sala.*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Funcionamento do sistema fotovoltaico.....	15
FIGURA 2 – Início da montagem da estrutura.....	18
FIGURA 3 – Acabamento de paredes.....	18
FIGURA 4 – Acabamento de paredes.....	18
FIGURA 5 – Envelopamento dos cômodos.....	18
FIGURA 6 – Envelopamento dos cômodos.....	18
FIGURA 7 – Processo de confecção do telhado.....	18
FIGURA 8 – Montagem da Placa Solar Voltáica.....	19
FIGURA 9 – Teste Placa Solar Voltáica.....	19
FIGURA 10 – Teste Placa Solar Voltáica.....	19
FIGURA 11 – Preparação de materiais.....	20
FIGURA 12 – Passagem de cabos.....	20
FIGURA 13 – Testes de alimentação dos led.....	20
FIGURA 14 – Testes de alimentação dos led.....	20
FIGURA 15 – Medição de corrente através do multímetro.....	20
FIGURA 16 – Testes de medição externa da maquete .....	20
FIGURA 17 – Diagrama elétrico da maquete.....	20
FIGURA 18 – Montagem da instalação elétrica residencial.....	20
FIGURA 19 – Teste de Fornecimento.....	22
FIGURA 20 – Tensão gerada através da placa solar.....	22
FIGURA 21 – Teste de Fornecimento.....	23
FIGURA 22 – Teste de Fornecimento.....	23
FIGURA 23 – Demonstração do funcionamento da alimentação da garagem.....	23

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Cronograma.....	17
TABELA 1 – Orçamento total do Projeto.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

A maior fonte de energia para o nosso planeta é a proveniente do Sol, a força motriz por trás dos processos da vida. Este é um dos melhores recursos naturais para geração de energia elétrica, sendo renovável, não poluente e em longo prazo de baixo custo de manutenção. Há um aumento no número de pessoas interessadas em produzir energia elétrica em casa a partir da energia solar e este trabalho descreve o processo de conversão e utilização desta energia renovável. A Energia Fotovoltaica, tecnologia versátil e flexível, pode ser utilizada para atender necessidades energéticas praticamente em todos os locais quando e onde for necessário.

O termo fotovoltaico provém da palavra grega “fotos” (luz) com voltaico, homenagem a Alessandro Volta, um pioneiro no estudo da eletricidade.

As células fotovoltaicas realizam a conversão de energia solar em elétrica sem partes móveis, ruído, poluição ou radiação. Essas são feitas de um material semicondutor, geralmente de silício que é tratado quimicamente para criar uma camada de carga positiva e uma camada de carga negativa. Uma corrente contínua é gerada pela captação de elétrons que são desalojados da célula fotovoltaica quando a energia solar atinge a mesma.

A corrente e a voltagem são maiores, quanto maior for o número de células, e estas juntas formam um painel fotovoltaico.

No Brasil, há algum tempo atrás a energia solar fotovoltaica era empregada somente em pequenos sistemas isolados instalados em locais não atendidos pela rede elétrica e locais de difícil acesso. Atualmente, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede vêm aumentando no Brasil e a expectativa é que aumente ainda mais nos próximos anos devido a aprovação do uso de sistemas de geração conectados às redes de distribuição pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (VILLALVA, 2015).

## RESUMO

A energia solar é uma fonte renovável, produzida pela luz e o calor do sol, e pode ser usada por diversas tecnologias, está em constante evolução, considerada uma fonte de energia limpa e renovável, é também uma fonte de produção de energia que mais cresce no mundo. Essa fonte de energia pode ser aproveitada de forma fotovoltaica ou térmica, gerando energia elétrica. Por ser considerada uma fonte de energia alternativa e mais promissora para os próximos anos.

**Palavras-chave:** Energia solar, energia limpa e renovável.



## ABSTRACT

Solar energy is a renewable source, produced by the light and heat of the sun, and can be used by various technologies, it is constantly evolving, considered a source of clean and renewable energy, it is also a source of energy production that grows faster. in the world. This energy source can be used in a photovoltaic or thermal way, generating electrical energy. Because it is considered an alternative and more promising energy source for the coming years.

**Keywords:** Solar energy, clean and renewable energy.

## **2. OBJETIVO**

Esse trabalho tem como objetivo realizar a implantação de um painel fotovoltaico a partir de uma maquete em uma escala reduzida, efetuando a passagem de cabos de rede para a instalação elétrica para alimentar led distribuído por partes da maquete, e verificar o seu comportamento em relação a fornecimento de energia.

Realizado algumas pesquisas sobre o assunto onde pude observar informações pertinentes para a produção deste projeto.

### **3. DIFICULDADES ENCONTRADAS**

Nesse trabalho tive bastantes dificuldades, pois o meu conhecimento sobre esta área de produção de energia através de placas fotovoltaicas eram limitadas, porém através do curso Técnico em eletrotécnica e também em paralelo realizando várias pesquisas sobre o tema escolhido foi possível agregar mais conhecimento e aprendizado para a realização deste trabalho.

#### **4. METODOLOGIA**

O projeto será realizado com base nos conhecimentos acadêmicos e também, juntamente com pesquisas em arquivos, documentos que falam sobre o tema na internet, que abordem a utilização desta Fonte de Energia Renovável para o seu aproveitamento.

Os testes para o desenvolvimento e as apresentações, juntamente com a apresentação final, serão feitas em uma maquete.

## **5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **5.1 Energia solar**

A energia do sol, além de iluminar e aquecer, é responsável por manter a vida na terra.

Embora para nós, algo único e de importância vital por sua proximidade, o sol é elemento insignificante entre as estrelas da sequência principal.

A energia solar chega a Terra nas formas térmica e luminosa. Segundo o estudo do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a irradiação solar incidente por ano na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia do mundo. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre, depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar. Ao passar pela atmosfera terrestre, a energia solar manifesta-se sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioleta. É possível captar essa luz e transformá-la em alguma forma de energia utilizada pelo homem: térmica ou elétrica. São os equipamentos utilizados nessa captação que determina qual será o tipo de energia a ser obtida.

Se for utilizada uma superfície escura para a captação, a energia solar será transformada em calor. Se utilizadas células solares fotovoltaicas (painéis solares fotovoltaicos), o resultado será a eletricidade.

### **5.2 Painéis fotovoltaico**

Células Fotovoltaicas De acordo com Braga (2008), o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839, por Edmund Becquerel, em uma solução de selênio. Mais tarde, esse efeito foi estudado em sólidos e, por volta de 1880, foi confeccionado o primeiro módulo fotovoltaico utilizando se selênio. Este módulo possuía eficiência de 2%. A partir de 1950, após pesquisas realizadas nos EUA, foi construído o primeiro módulo fotovoltaico de silício. O sistema de transformação de energia solar em elétrica, por meio de células fotovoltaicas, é uma forma instantânea de adquirir energia elétrica. As placas fotovoltaicas se utilizam da radiação solar

como fonte de energia natural, que é a mais limpa e abundante, transformando-a em energia elétrica. A energia gerada é na forma de corrente contínua semelhante à corrente da bateria de um automóvel. Esse processo é realizado livre de poluição, ruídos e radiação. Essas células são compostas de um material semicondutor, onde na maioria das vezes se trata do silício, por ser um recurso bastante farto na nossa terra. O silício é quimicamente tratado a fim de criar uma camada de carga positiva, e uma camada negativa. Segundo (PIRES, D. H. 2015), a partir do momento em que o sol incide nessa célula, ocorre um desacoplamento de um elétron. Elétron esse, que é recolhido por um fio ligado ao sistema, formando assim, uma corrente elétrica. Conseqüentemente, quanto maior o número desses elétrons, maior é a corrente e tensão.

### 5.3 Funcionamento do Sistema Fotovoltaico

Os painéis fotovoltaicos captam a energia solar e a transformam em corrente elétrica contínua (DC). Posteriormente a corrente é enviada aos inversores que transformam a corrente contínua em corrente alternada (AC), a mesma fornecida pelas concessionárias. Os inversores por sua parte enviam a corrente alternada para o painel central elétrico que alimenta os equipamentos elétricos da instalação. O excedente de energia produzido é devolvido à rede elétrica local. A inserção de energia na rede causa a regressão do relógio medidor o que implica na redução do consumo e conseqüentemente do valor da conta de luz (figura 1).

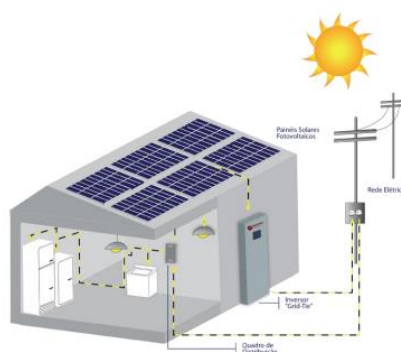


Figura 1- Funcionamento do sistema fotovoltaico  
FONTE: [http://optpower.com/entenda\\_integra.php?id=2](http://optpower.com/entenda_integra.php?id=2)

## 5.4 Prós e contras da Energia Solar

Vejamos um pouco das vantagens e desvantagens da energia solar

### Vantagens

- É um tipo de energia renovável pois não consome nada além da luz do sol;
- É uma energia limpa, mais até que a hidrelétrica;
- É barata, haja vista que ninguém paga para tomar sol;
- Não demanda petróleo para sua geração ou utilização;
- Quanto melhor ela fica, e mais avançamos com nossas tecnologias, mais barata ela tende a ficar;
- A bateria de lítio permite armazenar energia para consumo posterior;
- Podemos instalar estes sistemas fotovoltaicos em qualquer localização do planeta, independente da presença da rede pública de energia elétrica;
- São sistemas que praticamente não demanda manutenção.

### Desvantagens

- Apesar da queda enorme e constante dos preços, os sistemas de aproveitamento da energia solar ainda têm os custos relativamente elevados;
- São tecnologias ainda pouco utilizadas no mundo, quando comparadas com combustíveis fósseis, por exemplo;
- São melhores em locais com boa insolação e podem deixar a desejar, ou demandar instalações maiores em locais com pouca disponibilidade de sol;
- Falta de investimento e concorrência no mercado de engenharia elétrica para proporcionar mais investimentos no setor.

## 6. DESENVOLVIMENTO

Todo o projeto foi seguido com base no cronograma básico para atendimento das etapas e prazos pré-estabelecidos.

Elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso							
Ano	2022						
Meses	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Formação dos Grupos	Previsto						
Realizado	Realizado						
Esolha do Tema	Previsto						
Realizado	Realizado						
Levantamento Informações		Previsto					
Realizado		Realizado	Realizado				
Pré Apres. do TCC Power Point			Previsto				
Realizado			Realizado				
Revisão do TCC			Previsto				
Realizado				Realizado	Realizado	Realizado	
Considerações e Ajustes				Previsto	Previsto		
Realizado					Realizado		
Montagem Power Point					Previsto		
Realizado						Realizado	
Revisão Power Ponit						Previsto	
Realizado						Realizado	
Apresentação							Previsto
Realizado							

Legenda:  Previsto  
 Realizado

Tabela 1 - Cronograma.

Durante o processo para obtenção dos resultados foi passado por algumas etapas dentre elas:



## 6.1 Confeção da Maquete

Toda a confecção da maquete foi realizada de forma manual, através do uso de ferramentas e materiais para o resultado desejado da residência.

Na (figura 2) foi dado início na estrutura da maquete, montando os cômodos, na (figura 3 a 4) realizando o acabamento das paredes, nas (figuras 5 a 7) realizando o envelopamento e montagem do telhado.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.



Figura 7.

## 6.2 Teste de fornecimento de energia da placa solar fotovoltaica

Foi realizado o teste de funcionamento da placa solar fotovoltaica em um dia de boa luminosidade solar para verificação das grandezas elétricas alcançadas com aquela incidência solar conforme as (figuras 8, 9 e 10), a placa solar fotovoltaica além de fornecer energia para a residência também alimenta uma bateria de lítio.



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.

### Especificações técnica da placa solar:

Dimensão da placa solar: 25cm x 14cm x 1,7cm;

Potência do Painel Solar: Até 3,5 Watts;

Tensão máxima em circuito aberto: 11,1 Volts;

Tensão de Saída Máxima: 9 Volts;

Corrente máxima de Saída: 0,38 Amper;

Temperatura de Operação: -10C e +55C.

### 6.3 Montagem da instalação elétrica residencial

Realizado a instalação elétrica da maquete e testes de funcionamento através do multímetro com testes de continuidade.

Realizando a preparação de materiais e ferramentas para a passagem de cabos de cada cômodo e também efetuado testes conforme as (figura 11 a 16).



Figura 11.

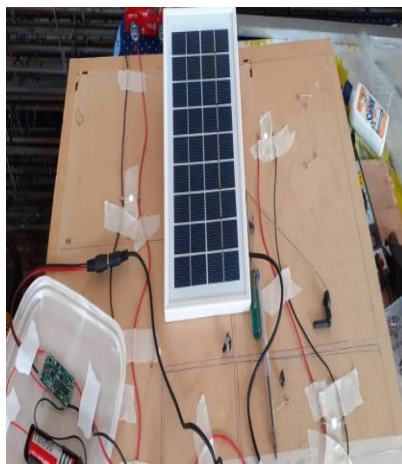


Figura 12.



Figura 13.



Figura 14



Figura 15.



Figura 16.

## 7. ESQUEMA ELÉTRICO

Elaborado o diagrama elétrico da maquete com base na distribuição dos cômodos, a ligação elétrica foi efetuada em série por motivo das suficiências de cargas de consumo, visando a redução de materiais para o projeto (figura 17).

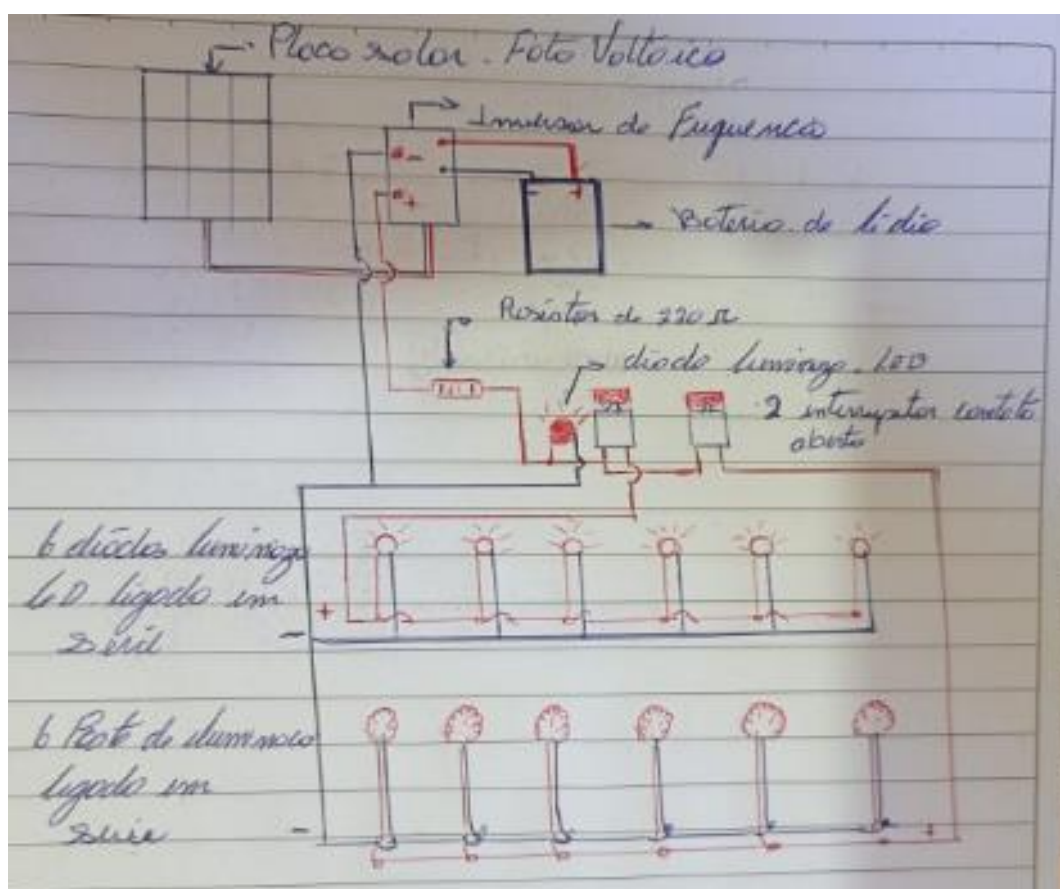


Figura 17.

## 8. ORÇAMENTO TOTAL DO PROJETO

<b>MATERIAIS</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR</b>
Placa solar	1	R\$ 168,00
LED's de Alto Brilho	7	R\$ 3,50
Bateria de Litio	1	R\$ 18,00
Resistores	2	R\$ 0,50
Ferro de Solda	1	R\$ 47,00
Postes de Iluminação	6	R\$ 56,00
<b>Materiais</b>		<b>R\$ 92,41</b>
<b>Maquete Estrutura</b>		<b>R\$ 50,00</b>
<b>Maquete Acabamento</b>		<b>R\$ 26,00</b>
<b>Cabos de rede</b>		<b>R\$ 22,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 461,41</b>

Tabela 2 – Orçamento Projeto.

## 9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi consideravelmente positivo o objetivo proposto pela tema, pude perceber que esta fonte de energia é de suma importância utilizando de forma sustentável, reduzindo o custo no consumo de energia, pois através destas placas solar fotovoltaica pode-se gerar energia limpa sem agredir o meio ambiente.

Realizados os testes da placa solar em um dia normal (figura 18 e 19), obteve uma geração de tensão na faixa de 9 a 10 volts, o que foi o suficiente para alimentar 13 leds com uma potência 0,7 cada um totalizando 9,1 Watts.



Figura 18.

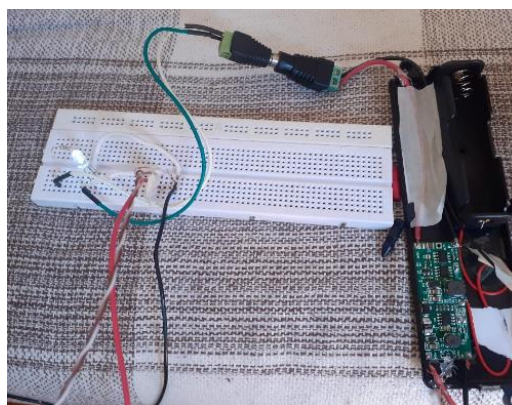


Figura 19.

Após a montagem completa da maquete foi realizado os testes de funcionamento, onde é mostrada através da ferramenta multímetro a tensão gerada pela placa solar (figura 20) e a distribuição de energia interna e externa conforme demonstrado através das figuras (21 a 23).



Figura 20.



Figura 21.



Figura 22.



Figura 23.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação desse sistema de energia com painéis fotovoltaicos deve ser bem estudada e analisada antes de ser colocada em prática. O investimento inicial é alto e qualquer descuido no projeto pode acarretar em um menor potencial de energia solar transformado em energia elétrica. A manutenção deverá ser feita periodicamente, evitando possíveis manutenções corretivas, que podem levar a gastos exorbitantes e aumentar o custo das placas consideravelmente. A falta de manutenção poderá acelerar o processo de danificação das placas e junto com o problema da estrutura de fixação destas acumular gastos posteriores que inviabilizarão a aquisição do sistema. Por fim, a potencialização da economia energética deste ou de qualquer sistema energético depende da conscientização dos moradores na utilização consciente de energia. Podendo manter ou diminuir o consumo de energia anterior, para que o novo sistema seja um fator de redução de gastos e não uma nova fonte para que se possa gastar sem consciência.



## 11. REFERÊNCIAS

PIRES, D. H. **Viabilidade da implantação de painel fotovoltaico em republicas.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2015. Disponível em: ≤

[https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1175/1/MONOGRAFIA\\_ViabilidadelImplanta%C3%A7%C3%A3oPainel.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1175/1/MONOGRAFIA_ViabilidadelImplanta%C3%A7%C3%A3oPainel.pdf) >.

Acesso em: 10 Nov. 2022.

NORMAS DA ABNT: Citações e Referências Bibliográficas. Disponível em:

<<http://www.leffa.pro.br/textos/abnt.htm>> Acesso em: 05 nov.2022.

TECNOLOGIA de ponta na implantação de painéis solares fotovoltaicos. Disponível em:

<<http://www.optpower.com/aplicacoes.php>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações.** 2. ed. São Paulo: érica | Saraiva, 2015. 224 p.