



FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

**GILVAN JACOBINA REINALDO**

**APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO TOCANTINS**

**PORTO NACIONAL – TO**

**2018**



FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

**GILVAN JACOBINA REINALDO**

## **APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO TOCANTINS**

Monografia apresentada no Instituto Presidente Antônio Carlos Porto LTDA - ITPAC, como requisito para obtenção parcial do título em Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Energia Solar

Orientador Me: Eduardo de Castro Bettencourt

**PORTO NACIONAL – TO**

**2018**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO TOCANTINS

Por: Gilvan Jacobina Reinaldo

Monografia apresentada no Instituto Presidente Antônio Carlos Porto LTDA - ITPAC, como requisito para obtenção parcial do título em Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientador:**

---

Prof. Me. Eduardo de Castro Bittencourt

**Banca:**

---

Prof. Dr. Albano Dias Pereira Filho

---

Profº. Esp. Eduardo Gouveia Santiago Lage

Porto Nacional – TO, 05 de novembro de 2018.

## RESUMO

Diante da crescente expansão da energia solar fotovoltaica - segundo dados da ANNEL -, esta pesquisa visa incentivar o uso consciente de uma energia limpa e de qualidade, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais a partir das instalações da energia solar fotovoltaica. Iniciará com o histórico da energia solar fotovoltaica assim como seu crescimento mundial, brasileiro e em especial a nível estadual que é o foco em estudo na unidade do Campus do IFTO de Porto Nacional – TO. Será verificado os custos, sua viabilidade para implantação e instalação deste sistema de energia. O Estado do Tocantins está localizado geograficamente em uma região onde a incidência solar é presente em todas as estações do ano, devido a isso, tem sido alvo de discussão e com o incentivo do governo para viabilizar o consumo dessa fonte de energia, seu uso também é incentivado pelo o fato de ser uma fonte de energia limpa e renovável. Nesse contexto será avaliado os custos, a implantação, e a viabilidade com base no consumo energético da unidade consumidora do IFTO de Porto Nacional, aproveitando os incentivos do governo do Estado do Tocantins através da Política Estadual de Incentivo à Geração e ao Uso da Energia Solar com o Programa – Pró-Solar.

**Palavras-chave:** Energia solar fotovoltaica; Fonte Renovável; Impactos Ambientais.

## ABSTRACT

Faced with the growing expansion of photovoltaic solar energy - according to data from ANNEL -, this research aims to encourage the conscious use of clean and quality energy, with the aim of reducing the environmental impacts from solar photovoltaic installations. It will start with the history of photovoltaic solar energy as well as its worldwide, Brazilian and especially statewide growth that is the focus of study at the IFTO Campus Unit in Porto Nacional - TO. It will verify the costs, their feasibility for implementation and installation of this energy system. The State of Tocantins is located geographically in a region where the solar incidence is present in all the seasons of the year, due to this, it has been the subject of discussion and with the government's incentive to make possible the consumption of this energy source, its use is encouraged by the fact that it is a source of clean and renewable energy. In this context, the costs, implementation and viability will be evaluated based on the energy consumption of the consumer unit of the Porto Nacional IFTO, taking advantage of the incentives of the government of the State of Tocantins through the State Policy to Encourage the Generation and Use of Solar Energy with the Pro-Solar Program.

**Keyword:** Photovoltaic solar energy; Renewable Source; Environmental impacts.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaico

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

IEA – Agência Internacional de Energia

KWh – Kilo Watts Hora

SEMAH – Secretaria de Meio Ambientes e Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>09</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>09</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>09</b>
<b>3. REFERENCIAL TEORICO.....</b>	<b>09</b>
<b>3.1 HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR .....</b>	<b>09</b>
<b>3.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNDO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.1 INSTALAÇÕES DE EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR     FOTOVOLTAICA NOS ESTADOS BRASILEIROS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CENÁRIO NO TOCANTINS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 CONSEQUÊNCIAS COM OS IMPACTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6 VANTAGENS DA ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>15</b>
<b>3.7 DESVANTAGES DA ENERGIA SOLAR .....</b>	<b>16</b>
<b>3.8 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA ENERGIA FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.9 FUNCIONAMENTO DA ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>17</b>
<b>3.10 VIABILIDADE DO USO DA ENERGIA SOLAR NO ESTADO DE TOCANTINS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.11 CUSTOS ENVOLVIDOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>20</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>5. RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>6. CRONOGRAMA.....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica está ganhando espaço, isso porque muitos países estão preocupados em diminuir o efeito estufa - emissão de CO<sub>2</sub> -, e por se tratar de uma energia limpa e menos poluente comparada com as outras tradicionais. Cela e Barbosa (2016) citam que o Brasil terá capacidade suficiente de até 2040 crescer 4.050 vezes, apesar do atraso que em média é 10 anos em relação aos mercados internacionais.

O aumento do consumo energético em todo o mundo tem causado grandes preocupações desde o início da Era Industrial, e nos últimos anos devido aos recursos naturais estar insuficientes, há uma grande busca por novas fontes de energia, as produzidas pelos ventos e a energia solar estão contribuindo para o crescimento social e econômico (COELHO, 2014).

As regiões torrenciais do Brasil, ou seja, as que recebem maior incidência de raios solares são as do Norte, Centro-Oeste e Nordeste. Nos painéis fotovoltaicos a radiação solar interage com um painel composto de materiais de silício que são semicondutores e assim gerando como produto final a eletricidade (FURUKAWA, 1999).

No Estado do Tocantins a lei nº 3179/2017 – Pró-solar instituiu o incentivo ao uso da energia fotovoltaica e fototérmica para aproveitar a disponibilidade e incidência solar que é a fonte principal de geração desse tipo de energia. Assim, serão estabelecidos investimentos frente às pesquisas tecnológicas para a produção de equipamentos que possibilitem a geração da energia solar fotovoltaica, possibilitando assim o consumo nas áreas urbanas e rurais.

Este trabalho tem como objetivo geral: analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos distribuídos em uma área do IFTO Campo de Porto Nacional – TO. E tem como objetivos específicos: estimar o consumo energético da unidade consumidora do IFO Campo de Porto Nacional – TO; avaliar a implantação do sistema de geração solar de energia e apresentar um estudo de viabilidade para do IFO Campo de Porto Nacional – TO. Sendo assim, analisar-se-á a partir de uma



pesquisa bibliográfica e de campo a partir de levantamento de estudos de caso sobre a viabilidade e os custos para implantação dos sistemas de energia solar na unidade consumidora do IFTO de Porto Nacional.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos distribuídos em uma área do IFO Campo de Porto Nacional – TO.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Estimar o consumo energético da unidade consumidora do IFO Campo de Porto Nacional – TO;
- Avaliar a implantação do sistema de geração solar de energia;
- Apresentar um estudo de viabilidade para do IFO Campo de Porto Nacional – TO.

## **3. REFERENCIAL TEORICO**

### **3.1 HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR**

Os estudos voltados para ao uso da energia solar teve início em 1839, pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel através de experiências eletroquímicas onde observou pela primeira vez o comportamento paramagnetismo do oxigênio líquido com o uso da platina ou da prata dava origem ao efeito fotovoltaico com a exposição à luz de eléctrodos (IST, 2018).

Em 1877 Adams e seu aluno Richard Day produziram em primeira mão um dispositivo sólido de fotoprodução de eletricidade, através de um filme de selênio onde colocaram numa essência de ferro onde um filme de ouro mais fino servia de contato frontal. Esta conversão foi de aproximadamente 0,5% através deste dispositivo. Anos depois Charles Fritts conseguiu duplicar com eficiência construindo

a primeiras células solares com selênio primeiramente com filme muito fino de ouro e em seguida misturou outro metal com sanduiche de selênio entre as duas camadas bem finas de ouro e na primeira célula de área grande outro (SILVA, 2018).

Ao longo do tempo muitos estudos têm contribuído com conhecimento e conscientização sobre a geração de energia limpa, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais não apenas em nível mundial, mais em nível nacional chegando ao conhecimento dos estados, inclusive no Estado do Tocantins, com os incentivos por parte do governo, através do programa Pró-Solar, lei nº 3.179/2017.

Conforme o físico Cláudio Furukawa, da USP ele considera a corrente alternada, como um fluxo de elétrons carregando a energia elétrica dentro de um fio sem seguir um único sentido. Onde os elétrons têm livre circulação podendo mudar de rota 120 vezes por segundo. Já a corrente contínua a inverso da alternada permanece no mesmo sentido através do fluxo de elétrons que passa no fio. Com a ausência de alternância e por não ganhar maior voltagem essa corrente não é aceita pelos transformadores porque ela não segue distâncias longas e por isso é usada em baterias, pilhas e chuveiros elétricos sendo um aparelho onde há circuito ternos (FURUKAWA, 1999).

### **3.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO MUNDO**

A energia solar vem apresentando um real crescimento em diversos países nos últimos anos, em parte devido à implantação e intensificação de programas governamentais que estimula o desenvolvimento tecnológico e industrial para um melhor aproveitamento desse tipo de energia. Nesse contexto, conforme a Agencia Internacional de Energia (IEA), dados apontam que a energia solar poderá responder por cerca de 11% da oferta mundial de energia elétrica até o ano de 2050, algo próximo de 5.000 TWh. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaico – (ABSOLAR) houve uma evolução da capacidade instalada acumulada, que até o ano de 2017 compreende o total de 402,5 GW.

Conforme a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaico – (ABSOLAR) os países que integram o ranking de potência instalado de energia solar fotovoltaica mundial até o ano de 2017, em ordem potencial são: China (53GW), USA (10,6GW), Índia (9,1GW), Japão (7GW), Turquia (2,6GW), Alemanha (1,8GW), Austrália (1,25GW), Korea (1,2GW), Reino Unido (0,9GW) e Brasil (0,9GW).

**Legenda: Geração de Energia Solar por País 1990 a 2016.**

**Geração Solar por País 1990 a 2016 (%)**

nº	País	1990	2000	2010	2014	2015	2016
1	China	0,5	2,0	2,1	12,0	15,0	19,9
2	Estados Unidos	95,9	47,6	9,0	14,9	15,4	17,1
3	Japão	0,3	26,0	9,8	12,0	14,3	14,9
4	Alemanha	0,3	5,5	35,2	18,4	15,1	11,5
5	Itália	1,0	1,7	5,7	11,4	9,0	6,9
6	Espanha	1,5	1,6	21,3	7,0	5,4	4,1
7	Índia	-	0,6	0,8	2,2	2,6	3,6
8	Reino Unido	-	0,1	0,1	2,1	3,0	3,1
9	França	-	0,5	1,9	3,0	2,9	2,5
10	Austrália	-	4,3	2,9	2,5	2,3	2,1
11	Coréia do Sul	-	0,5	2,3	1,3	1,6	1,6
12	Grécia	-	-	0,5	1,9	1,5	1,2
13	África do Sul	-	-	0,1	0,6	1,1	1,0
14	Canadá	-	1,5	0,7	1,0	1,0	0,9
15	Bélgica	-	-	1,7	1,5	1,2	0,9
	Outros	0,5	8,2	5,9	8,4	8,7	8,9
	Mundo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Mundo (TWh)	0,4	1,1	33,3	196,3	256,2	333,1
	%/total *	0,003	0,007	0,15	0,8	1,1	1,4

Fonte: Disponível em: <<https://www.em.com.br/app/noticia/economia/218/02/25>>.

### 3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Com o crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaico – (ABSOLAR) pretende atingir todas as regiões do país com a utilização em casas populares como já iniciou com aquecedor solar para banheiros, principalmente nas casas do programa minha casa minha vida e também nas edificações públicas como (escolas, hospitais, universidades), sendo uma proposta que faz parte da ampliação do Programa Nacional de Geração Distribuída Solar Fotovoltaica apresentado pelo ministro de Minas e Energia (MME), Moreira Franco, na segunda-feira treze de agosto de 2018, onde pretende ampliar a utilização da energia solar fotovoltaica em todo o país.

O crescimento da energia solar em 2017 foi muito grande, enquanto em todo o mundo instalou 98 gigawatts de projetos novos, ultrapassando as usinas de

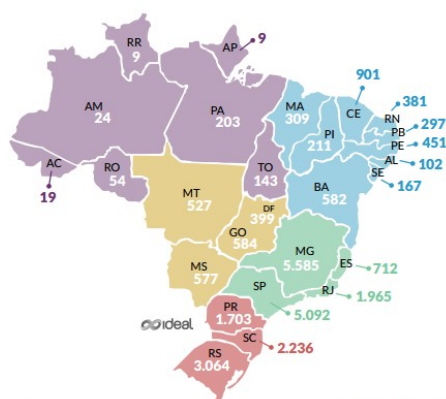
gás, nucleares e carvão juntas. Comparando as implantações entre as fontes de energia combustível fóssil, nuclear e renovável. Esta última em 2017 foi responsável por 38%, enquanto a China gerou mais da metade a nível mundial chegando a 45% da energia solar produzida com investimentos de US\$ 279,8 bilhões em fontes de energia renováveis assim como vários países estão evitando projetos hidrelétricos de grande porte (Frankfurt School - UNEP Centre, 2018).

### 3.3.1 INSTALAÇÕES DE EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NOS ESTADOS BRASILEIROS

De acordo com o mapeamento abaixo se pode observar os avanços da energia solar fotovoltaica no Brasil por estados, que sem dúvidas haverá um crescimento na taxa de adesão a este projeto inovador que tem uma energia limpa. Através da concorrência entre empresas que atuam nesse ramo, possibilitará a redução dos preços na hora de fazer e executar os projetos de implantação e instalação (ANEEL, 2018).

Sobre a perspectiva dos dados apresentados no mapeamento em relação ao número de equipamentos instalados, no decorrer no ano de 2017 a 2018, observa-se que as regiões sul e sudeste lideram enquanto a região norte fica na última posição.

**Legenda: Instalações e conexões nos estados brasileiros**



Fonte: Instalações e conexões nos estados brasileiros: adaptado de ANEEL (2018).

As estimativas sobre o aumento do uso da energia fotovoltaica estão sendo vistas nos últimos anos no mercado brasileiro de forma positiva, devido a utilização da fonte de radiação solar para a geração da energia através da utilização dos painéis principalmente os que utilizam materiais de silícios para melhor efeito de condutividade em seus sistemas de equipamentos. Nesse contexto, conforme a ANEEL (2018) o Brasil tem se destacado devido ao aumento do uso dessa fonte de energia e também há destaque para a sua capacidade de geração devido a sua localização geográfica ser privilegiada pela incidência da radiação solar.

Portanto, a importância do uso da energia solar fotovoltaica no país deve estabelecer incentivos para que a implantação de energia solar seja mais frequente, resultando na redução de impactos ambientais. Por isso deve-se fortalecer as políticas para redução de custos na implantação dos sistemas responsáveis pela geração dessa energia solar fotovoltaica. Nesse contexto, considerando a forma de produção desse insumo de maneira sustentável e com uma interferência ambiental de baixo risco quanto aos impactos, o foco principal é o incentivo para o aumento da conservação ambiental (SEBRAE, 2018).

### **3.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CENÁRIO NO TOCANTINS**

De acordo com Leonardo Cintra da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh), na Conferência Internacional, entre os dias 27 a 30 de agosto de 2018, o Tocantins integra um grande cinturão solar no Brasil e se destaca entre os estados com maior potencial em irradiação solar da federação, sendo superior em três vezes o potencial da Alemanha ou igual a capacidade em regiões de deserto como Dubai ou Arábia Saudita. O secretário falou também sobre buscar soluções sustentáveis na geração de energias limpas, e lembrou sobre a política de incentivo à geração e ao uso de energia solar com pacotes exclusivos pra quem investir em solos tocantinenses (SEMARH, 2018).

O Estado do Tocantins tem o programa Pró-Solar, lei nº 3.179/2017, que em seu segundo artigo reza os principais objetivos: aumentar o uso da energia solar na matriz do estado; estimular o consumo pela iniciativa privada sendo residencial,

comercial, industrial, comunitária e agropecuária; transformar estado em um referencial nacional; reduzir o consumo no horário de pico; promover campanhas educativas quanto às vantagens da energia solar; incentivar a capacitação e desenvolvimento de setores comerciais diminuindo a emissão de gases de efeito estufa e proporcionar incentivos com isenção de ICMS para as empresas que produzirem e usarem a energia solar.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2018), o mundo passa por uma crise hídrica muito grande devido ao efeito estufa e a cada ano vemos a diminuição dos recursos naturais, uma das soluções para contribuir com a redução dos impactos será o uso de uma fonte de energia limpa e sem aumento de CO<sub>2</sub>, efeito estufa, etc. Os programas de incentivos ainda deixa muito a desejar em todo o mundo, mas nos últimos anos percebemos um crescimento nas instalações da energia solar fotovoltaica de cinquenta por cento.

Isso é um passo muito importante uma vez que a natureza está ficando cada vez mais degradada do meio ambiente de forma geral ainda vale lembrar que nas construções das hidrelétricas os desmatamentos nas áreas das barragens destroem muito as matas ciliares e nem sempre usam fazerem a retirada das árvores como é caso das margens ocupadas pelo lago do rio Tocantins (CAMARGO, 2008).

### **3.5 CONSEQUÊNCIAS COM OS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Muitos países buscam fontes alternativas e renováveis com o objetivo de reduzir os impactos ambientais onde alteram as condições necessárias e coloca em risco a fauna e a flora, por causa das agressões ao meio ambiente, temos visto o aumento da temperatura a cada ano, índices elevados de teor de gases poluentes, etc. Nesse contexto, percebem-se as preocupações e união dos países em reduzir tais impactos, por isso tentaram diminuir a emissão de gases utilizando o biodiesel na intenção de diminuir as emissões de gases segundo (BRANDÃO *et. al.*, 2009).

Desde o início da era industrial já se preocupavam com uma energia suficiente e sem perdas, por isto, muitas campanhas educativas surgiram tendo em vista a melhoria no consumo, por causa de várias crises hídricas em vários lugares,

poderemos destacar aqui o racionamento energético de 2001, e no cenário atual as fontes se encontram insustentáveis para a sustentabilidade mundial (GELLER, 2003; GARCIA, 2008).

O aumento do consumo energético em todo o mundo tem causado grandes preocupações devido aos recursos naturais serem insuficientes com isso há uma grande busca por novas fontes de energia onde a energia produzida pelos ventos à eólica e a energia solar está contribuindo para o crescimento social e econômico (COELHO, 2014).

É preciso levar em consideração os crescentes índices das ações dos homens numa sociedade onde poderemos e deveremos reduzir estes impactos ambientais de diferentes formas estando em destaque a viabilidade de aumentamos a produção de algumas fontes de energia limpa e sustentável (COELHO, 2014).

### **3.6 VANTAGENS DA ENERGIA SOLAR**

Nosso sistema tem um potencial inesgotável no sentido de energia vinda do sol porque o nosso consumo mundial anual é inferior a 15000 vezes ao nosso potencial, isso porque cerca de 15% da energia emitida pelo sol retorna ao espaço, além de 30% ser absorvido pela evaporação da água para atmosfera transformando em chuvas. Mesmo assim vale destacar várias vantagens da energia solar (PORTAL SOLAR, 2018):

- Maior fonte de energia que abastece a Terra;
- Não precisa de nenhum tipo de combustível;
- Não contamina o meio ambiente;
- Não precisa de nenhum tipo de combustível;
- Disponível para utilização em quase toda a superfície terrestre;
- Não em poluição sonora;
- Responsável pela origem de outras fontes de energia: fósseis, biomassa, eólica, hidráulica;
- Sua vida útil é superior a 20 anos;

- Pode ser instalada em zonas rurais onde não há redes de distribuição elétrica, utilizando o sistema Off-grid;
- Resiste às condições climáticas extremas (granizo, vento, temperatura e umidade);
- Disponível para utilização em quase toda a superfície terrestre;
- Suas peças são bem fixadas e precisa de pouca manutenção (só limpar o painel);
- Através da adição de módulos poderá aumentar sua potência instalada;
- As centrais necessitam de manutenção mínima.

### **3.7 DESVANTAGES DA ENERGIA SOLAR**

- Alto custo para aquisição somente os de classe média ou alta terão acesso;
- Mão de obra qualificada tornando mais oneroso na hora da instalação;
- Em países onde há constantes quedas de temperaturas (como por exemplo: Chile, Sul da Argentina, Islândia e Finlândia) e praticamente coberto de nuvens (Londres);
- Comparando o armazenamento da energia solar com as derivadas do carvão, gás e petróleo são inferiores;
- Nas regiões onde existem grandes variações de temperaturas principalmente durante à noite terá que dimensionar um sistema maior de armazenamento que o sistema on-grid.

### **3.8 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Geralmente é utilizado em zonas afastadas da rede de distribuição elétrica, podendo trabalhar de forma independente ou combinada com sistemas de produção elétrica convencional. Suas principais aplicações são: a utilização dessa, nas áreas urbanas e rurais (SOLAR BRASIL, 2018).



Uma das vantagens é que pode ser utilizado em zonas rurais onde não há redes de distribuição elétrica, utilizando o sistema Off-rid trabalhando de forma independente ou pode trabalhar usando o sistema on-Grid onde pode ser compartilhado com o sistema de produção elétrica convencional. Suas aplicações são iguais ao sistema convencional (SOLAR BRASIL, 2018).

- Eletrificação urbana e rural: luz, TV, lanterna de emergência e todos os equipamentos recarregáveis, rádio, comunicações, bombeamento de água;
- Eletrificação de cercas elétrica e rural;
- Iluminação interior e exterior;
- Sinalização em sinais de trânsito e de emergência.

### **3. 9 FUNCIONAMENTO DA ENERGIA SOLAR**

Segundo Ruther (2004), no decorrer do século XIX, novas fontes de energia foram surgindo, assim descobriu-se a geração de energia por meio da utilização da incidência da luz do sol, que nesse contexto quando a luz do sol atinge um painel solar de uma instalação fotovoltaica, os módulos convertem a energia do sol em eletricidade que pode ser usado para alimentar sua casa não importando se a eletricidade vem das placas fotovoltaicas ou de sua concessionária de energia.

Em relação ao consumo de energia não haverá alteração, pois a corrente contínua produzida pelos painéis fotovoltaica é encaminhada para um instrumento chamado inversor, onde é realizada a conversão da corrente contínua em corrente alternada que é padrão elétrico de corrente que alimenta a grande maioria das casas, equipamentos elétricos e eletrônicos no mundo (ASTRASOLAR, 2018).

A corrente alternada flui então no inversor alimentando as tomadas, pontos elétricos e iluminação da casa, através do quadro elétrico geral, um medidor opcional pode ser instalado na casa para monitorar todo consumo elétrico e verificar quanto de energia o sistema fotovoltaico está gerando. Entre outras funcionalidades este sistema de monitoramento fornece informações e medições em tempo real de

quanto se está consumindo e de quanto à energia está sendo gerada pelo sistema (ASTRASOLAR, 2018).

Segundo Severino e Oliveira (2010), as programações desses instrumentos permitem o acompanhamento das informações do status durante o dia e se o seu sistema fotovoltaico produz mais energia do que é consumida pelo o domicílio, essa eletricidade quando gerada em excesso é injetada na rede elétrica da concessionária de energia. Quando isso ocorre pode se observar o relógio de medição de energia girar ao contrário, com isso a distribuidora de energia gera um crédito na sua conta de luz que ao final do mês pode até ser zerada sobrando um dinheiro no seu bolso.

Quando for à noite ou em qualquer horário em que o sistema de energia fotovoltaica, estiver insuficiente havendo necessidade de maior consumo de energia, poderá ser consumida da concessionaria de energia assim como das casas que estão ligados diretamente na concessionária de energia elétrica. Quem adere ao sistema de energia limpa, além de contribuir com o meio ambiente, não precisa se preocupar com as contas mensais da concessionária de energia (ASTRASOLAR, 2018).

### **3.10 VIABILIDADE DO USO DA ENERGIA SOLAR NO ESTADO DE TOCANTINS**

O Estado de Tocantins geograficamente está localizado em uma região onde a incidência solar está presente em todas as estações do ano, devido a isso a energia fotovoltaica tem sido alvo de discussão sobre o incentivo do governo para a viabilidade de consumo dessa fonte de energia, e também seu uso é incentivado pelo o fato de ser uma fonte de energia limpa e renovável. Nesse contexto, Sefaz-to (2018) com o objetivo de aproveitar este potencial e incentivar o uso desta energia limpa e renovável, o Governo do Estado instituiu a Política Estadual de Incentivo à Geração e ao Uso da Energia Solar – Pró-Solar.

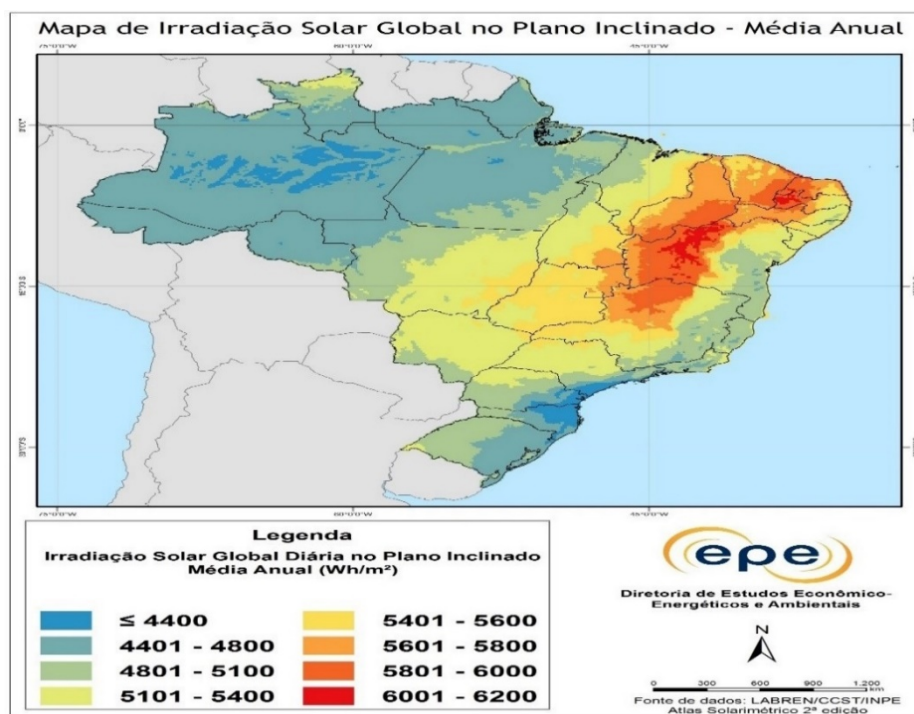
A lei nº 3179/2017 – Pró-solar que instituiu o incentivo ao uso da energia fotovoltaica e fototérmica para aproveitar a disponibilidade e incidência solar que é a

principal fonte de geração desse tipo de energia, portanto assim será estabelecido investimentos frente as pesquisas tecnológicas para a produção de equipamentos que possibilita a geração desse tipo de energia, assim possibilitando o seu consumo nas áreas urbanas e rurais. Nesse contexto, conforme a Sefaz-to (2018) são previstos investimentos que englobam o desenvolvimento tecnológico e a geração (fotovoltaica e fototérmica) para comercialização e autoconsumo nas áreas urbanas e rurais, pela iniciativa pública e privada, considerando o uso residencial, comunitário, comercial, industrial e agropecuário.

No Brasil, praticamente todos os estados possuem altas incidências de luminosidade solar durante todo o ano, apenas no norte de Santa Catarina encontra-se o menor índice de irradiação no Brasil com aproximadamente  $4,25\text{kWh/m}^2$  e o maior é encontrado ao norte da Bahia, com aproximadamente  $6,5\text{kWh/m}^2$ . Nesse contexto, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2018) destaca que as regiões do Brasil com altos níveis de incidência da radiação solar, inclusive o Estado do Tocantins, estão sendo contemplados com níveis de radiação satisfatórios, a ser utilizado na geração de energia fotovoltaica.

Nesse contexto, conforme a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2018) destaca estas regiões do Brasil com os níveis de incidência da radiação solar e o Estado de Tocantins está sendo contemplado com níveis de radiação satisfatório a ser utilizado na geração de energia fotovoltaica, assim mostrado no mapa a seguir:

**Legenda: Mapa de irradiação solar global no plano inclinado – média anual**



**Fonte: Mapa de irradiação solar global no plano inclinado – média anual, 2018.**

Diante da suma importância da utilização da energia fotovoltaica como sendo uma fonte limpa e renovável, isso corrobora com a principal ideia do milênio que é o incentivo as práticas do desenvolvimento sustentável sobre uma ótica de desenvolvimento econômico e social. Nesse contexto, conforme a Sefaz - TO (2018) o estado de Tocantins aprovou o incentivo Pró-solar que tem vigência até o ano de 2021 com o intuito de proporcionar a implantação de empresas produtoras desses equipamentos aqui no estado, e que assim também gera emprego e renda, além de propiciar ao consumidor final a oportunidade de adquirir os equipamentos a um custo acessível, contribuindo assim para a importância e abertura de uma nova fonte de energia que por sua vez contribui para a composição da matriz energética no estado de Tocantins.

### **3.11 CUSTOS ENVOLVIDOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR**

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL por meio de sua resolução normativa nº482 tem por objetivo o incentivo da geração de energia

através da utilização de meios que utiliza fonte renováveis para a geração de energia dentre as quais estão a energia fotovoltaica pelo o fato de que o Brasil recebe altas incidência de radiação solar no qual favorece o abastecimento energético o ano todo. Nesse contexto, conforme resolução normativa nº482/2012 da ANEEL, capítulo I, das disposições preliminares diz que:

Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

No Brasil os custos ainda são elevados, devido alguns fatores que podem ser os custos de instalação, baixo subsídio da gestão pública e o não surgimento de linhas de crédito de financiamento para aquisição dos materiais e equipamentos responsáveis pela a geração de energia fotovoltaica. Nesse contexto, a publicação da resolução normativa nº687/2015 da ANEEL que altera a resolução normativa nº482/2012 em seu capítulo II, Art. 5º, §1 e §2 dispõem sobre o direcionamento do custo em relação a microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, diz que:

Art. 5º §1º Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de microgeração distribuída não devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor, sendo integralmente arcados pela distribuidora, exceto para o caso de geração compartilhada.

Art. 5º §2º Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor.

#### **4. METODOLOGIA**

O presente estudo terá como base para fundamentação teórica uma pesquisa bibliográfica. Conforme Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material existentes em algumas fontes como: livros, artigos científicos,

relatórios, pesquisas, estudos exploratórios e análise das diversas posições sobre as problemáticas desenvolvidas através das pesquisas bibliográficas.

Nesse contexto, é apresentada uma abordagem da temática aplicação da energia solar fotovoltaica no estado do Tocantins, apresentando os benefícios dessa fonte de energia para o mundo e a iniciativa do estado de Tocantins através do seu programa de incentivo estadual chamado de programa Pró-Solar, que é regido pela a lei estadual nº 3.179/2017. Comparar os tipos de correntes utilizadas na energia solar fotovoltaica e o seu funcionamento de acordo com as normas de uso, assim contribuindo para a conscientização cidadã quanto ao uso da energia fotovoltaica, além de apresentar algumas vantagens e desvantagens quanto ao uso da energia solar fotovoltaica.

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

A instalação da energia solar fotovoltaica apesar de ter um custo elevado é compensatória, devido à contribuição na diminuição dos impactos ambientais provocada por muitas fontes de energia tradicionais. Para que isso aconteça é necessário incentivo por partes dos governantes tanto na esfera federal como nas esferas estaduais, como é o caso do governo Estado do Tocantins através da lei 3.179/2017.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica. Energia Solar. Disponível em: <<https://epbr.com.br/absolar-quer-energia-fotovoltaica-em-predios-publicos-e-casas-populares-associacao-levou-programa-nacional-ao-mme-entenda> (Absolar ao MME)>. Acesso em: 12 Out. 2018.

ABIKO, A.K., ABUKATER, J., BALDACCI, E., BESSA, V. M. T., GONÇALVES, O. M., HACHICH, V., LAMBERTS, R., PEREIRA, E. M. D., Prado, R. T. A., TRANI, E., TRIANA, M. A. 2010. **Eficiência Energética e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo**. São Paulo, Brasil, p.24.

ASTRASOLAR. Astra Solar. Energia Solar. Disponível em: <<https://astrasolar.com.br/energia-solar/entenda-como-funciona-energia-solar>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº482/2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 02 Nov. 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº687/2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em 02 de Novembro 2018.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica Informações Técnicas. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/informacoestecnicas//asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/informacoestecnicas//asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 02 nov. 2018.

BRANDÃO, Albenizy Kayce et al. Biodiesel como fonte de energia renovável. II Encontro Científico – II. **Simpósio de educação**. UNISALESIANO. Lins, 2009.

BARBOSA, V. 2016. Solar e eólica vão ‘eclipsar’ hidrelétricas no Brasil. Revista Exame.com. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/solar-e-eolica-va-eclipsar-hidreletricas-no-brasil/>>. Acesso em: 20 Out. 2018.

BOREAL. Boreal Solar. Energia Renovável. Disponível em: <<http://borealsolar.com.br/blog/2016/10/26/potencial-de-energia-solar-quais-as-melhores-regioes-brasileiras-para-captacao-da-luz-solar/>>. Acesso em: 04 Nov. 2018.

BLUESOL. Blue Sol. Energia Solar. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/diferenca-sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-e-isolados>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

BRASIL SOLAR. Energia limpa. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.



CAMARGO, Beatriz. Barragem muda o ambiente e a vida de quem depende da bacia. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2008/08/barragem-muda-o-ambiente-e-a-vida-de-quem-depende-da-bacia>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

CELA. CLEAN ENERGY LATIN AMERICA. 2016. Congresso de GD: **Modelos de Negócios**. Apresentação de Camila Ramos (diretora). São Paulo, Brasil, p. 14.

COELHO, F. L. N. A. 2014. O incentivo à moradia ambientalmente correta: o uso da energia renovável. Direito Econômico e Socioambiental. **Revista Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 180-198, 2014.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Energia Solar. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/abcdenergia/Paginas/MAPA-SOLAR.aspx>>. Acesso em: 02 Nov. 2018.

FISCOSOFT, Institui a Política Estadual de Incentivo à Geração e ao Uso da Energia Solar - Pró-Solar, e adota outras providências. Disponível em: <<http://www.fiscosoft.com.br/g/7ffc/lei-do-estado-de-tocantins-n-3179-de-12012017>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

FRANKFURT SCHOOL - UNEP CENTRE. Investment in r&d in renewable energy 2018 Copenhagen, Mai 22, 2018.

FURUKAWA, Cláudio Hiroyuki. A Energia como um tema de Estudos no Ensino de Física de Nível Médio: Uma abordagem interdisciplinar e contextualizada – um estudo de caso. 1999. 197f. Dissertação de Mestrado em Energia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

IST. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa. Energia Solar. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/palmira/solar.html>>. Acesso em: 04 Nov. 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Efeito Estufa e Aquecimento Global. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

PORTALSOLAR. Vantagens e Desvantagens da Energia Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.html>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

RUTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas a rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis, SC: Labsolar, 2004.

SEVERINO, M.; OLIVEIRA, M. Fontes e Tecnologias de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas. **Energia, Economia, Rotas Tecnológicas: textos selecionados**. Palmas, ano 1, p. 265-322, 2010.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Políticas de incentivo à energia solar. Disponível em: <<https://semarh.to.gov.br/noticia/2018/11/27/politicas->

de-incentivo-a-energia-solar-sao-apresentadas-em-workshop>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. Cadeia de valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/.../Cadeia%20de%20Valor%20da%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica>>. Acesso em: 04 de Nov. 2018.

SILVA, A. B. Análise e Utilização do Potencial Solar em Edificações de Natal – RN. **Revista UNI-RN**, Natal, V.15, n. 1/2. p. 227-237. 2015.

SOLAR BRASIL. Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em: <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/77-energia-solar-fotovoltaica-conceitos>>. Acesso em: 05 Nov. 2018.

PORTALSOLAR. Portal Energia Solar. Energia Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/top-7-paises-que-mais-usam-energia-solar.html>>. Acesso em: 28 Out. 2018.