



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS PORTO- FAPAC
ITPAC INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS LTDA.
ENGENHARIA CIVIL**

ALLEF FACUNDES CERQUEIRA

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PORTO NACIONAL-TO

2017

ALLEF FACUNDES CERQUEIRA

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Projeto de pesquisa apresentado à
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I, do
Curso Superior de Engenharia Civil da
Faculdade Presidente Antônio Carlos - FAPAC.

Professor Orientador: Ângelo Ricardo
Balduino.

Professor Co-orientador: Diogo
Pedreira Lima.

PORTO NACIONAL-TO

2017

ALLEF FACUNDES CERQUEIRA

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho submetido ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto LTDA, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil, junto à faculdade de Engenharia Civil.

Trabalho apresentada e defendida em 27 de novembro de 2017 e aprovada perante a banca examinadora constituída pelos professores:

Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino
Instituto Presidente Antônio Carlos Porto

Professor Me. Diogo Pedreira Lima
Instituto Presidente Antônio Carlos Porto

Professora Me. Larissa Jácome Barros Silvestre
Instituto Presidente Antônio Carlos Porto

PORTO NACIONAL-TO

2017

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus que nos proporciona acima de tudo a graça da vida, e o dom da sabedoria.

Aos meus pais que sempre me apoiaram na minha carreira estudantil e profissional, com palavras de incentivo e atitudes verdadeiras que me dão força e perseverança para continuar na caminhada.

Aos mestres Ângelo Ricardo Balduino, Diogo Pedreira Lima, Mauro Sousa e Leonardo Alves Lopes que se tornaram mais que professores e sim grandes exemplos de pessoas e profissionais que levarei na minha vida.

E a todos que indiretamente me ajudaram na realização deste trabalho.

RESUMO

A utilização de energia limpa proveniente de fontes renováveis da natureza é vista como uma solução aos cuidados com o meio ambiente e a economia de custos com a geração e distribuição energética. Por isso a geração de energia solar a partir da captação dos raios por meio de painéis solares fotovoltaicos, é uma opção viável a regiões que apresentam condições climáticas propícias a essa tecnologia como o estado do Tocantins. Dentro das perspectivas tem-se como objetivo a criação de um modelo construtivo padrão economicamente viável e sustentável de abastecimento de energia para uma edificação de 50m² no estado do Tocantins. O trabalho a seguir é baseado em uma análise bibliográfica que abrange a normatização da micro geração de energia, a viabilidade energética da região em estudo, além da pontuação dos componentes do sistema e a apresentação de vantagens e consequentemente desvantagens da implantação do mesmo. O levantamento de custos com energia é baseado no valor determinado pela concessionária e a viabilidade de implantação de energia solar de acordo com a irradiação solar diária mensal em conjunto com os custos de equipamentos do sistema. De acordo com as informações adquiridas e a metodologia aplicada a implantação do sistema que é compacto e se adequa a estrutura já existente da edificação, com uma vida útil de até 25 anos e que proporciona uma redução na conta de energia de até 95% do seu valor total. Gerando uma energia limpa que provoca um baixíssimo impacto ambiental em relação aos demais métodos utilizados comumente.

Palavras-Chave: Energia Solar, Fontes Renováveis, Sistema Interligado a Rede, Geração, Economia.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CRESERB	Centro de Referência Para Energia Solar e Eólica
ES	Energia Solar
EVA	Etileno Acetato de Vinila
FV	Fotovoltaico
GD	Geração Distribuída
HZ	Hertz
ITPAC	Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos
KW	Quilowatt
KWH	Quilowatt-Hora
MW	Megawatt
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
REN	Resolução Normativa
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede
TO	Tocantins
V	Volt
VCA	Voltagem em Corrente Alternada
VCC	Voltagem em Corrente Contínua

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 NORMATIZAÇÃO DA MICROGERAÇÃO DE ENERGIA	4
3.2 VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR.....	6
3.3 HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTÁICA	7
3.4 TERMINOLOGIA	8
3.5 SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS CONECTADOS A REDE.....	8
3.6 COMPONENTES DO SFCR	9
3.7 CÉLULA FOTOVOLTÁICA.....	10
3.8 MÓDULO SOLAR FOTOVOLTÁICO	12
3.9 INVERSOR	12
3.10 POTENCIAL SOLAR BRASILEIRO	13
3.11 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA.....	14
4. METODOLOGIA	16
5. ORÇAMENTO	17
6. CRONOGRAMA.....	18
7. RESULTADOS ESPERADOS	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS	21

1. INTRODUÇÃO

É cada vez mais constante a implantação de métodos construtivos que possibilitam maior eficiência de uma edificação, no que diz respeito a seu consumo diário de energia.

A adequação da construção civil a essas tecnologias limpas proporciona um maior desempenho e menores custos de consumo mensal, utilizando fontes alternativas para o reaproveitamento das águas e a geração de energia renovável presente na natureza.

Com a regularização junto ao ministério de Minas e Energias através da ANEEL, para a micro geração e mini geração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, tornou-se ainda mais rentável o investimento neste segmento.

Atualmente, o Brasil ainda se encontra muito dependente de duas fontes de energia: a hidráulica e a térmica (gás natural e carvão), mas após o racionamento de energia elétrica ocorrido no ano de 2001, verificou-se a necessidade de uma maior diversificação da matriz energética brasileira. A diversificação não é só uma exigência da segurança do sistema, mas também da necessidade de incluir fontes mais limpas de energia nesta matriz.

A maior parte da energia elétrica brasileira é proveniente das usinas hidrelétricas, que respondem por 61,1% (ANEEL,2017) da capacidade instalada de energia elétrica que apesar de serem consideradas baixas emissoras de poluentes ocasionam consideráveis impactos ambientais.

A localização geográfica do estado do Tocantins faz com que o mesmo esteja no cinturão solar brasileiro, e o agravante da intensidade dos raios solares da região com o aumento da temperatura a cada ano, propicia a instalação de sistemas fotovoltaicos de geração de energia.

Por meio de Nota Técnica 05/2017, publicada pelo Ministério de Minas e Energia em julho do mesmo ano, o governo Federal anunciou a privatização do parque gerador de usinas hidrelétricas do Sistema Eletrobrás, que poderá ocasionar um aumento de 7% nas contas de energia do brasileiro, que já vem em uma crescente desde 1995.

O crescimento do discurso ambiental pelo mundo relacionado às mudanças climáticas ocorrentes no planeta, que são discutidos na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente fez com que o governo em consenso com as linhas de créditos (bancos) disponibilizasse um alto percentual de recurso para a implantação de “sistemas verdes”, que visam a preservação do meio ambiente.

Por estes fatores apresentados, o presente trabalho visa a criação de um modelo construtivo padrão de um empreendimento economicamente viável e sustentável de abastecimento de energia para uma edificação de 50 m² no estado do Tocantins.

2. OBJETIVOS

2. 1 OBJETIVO GERAL

Criar um modelo construtivo padrão economicamente viável e sustentável de abastecimento de energia para uma edificação de 50m² no estado do Tocantins.

2. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a viabilidade energética na região do Tocantins;
- Implantar sistema de geração de energia solar interligado a rede;
- Orçar os gastos da implantação do sistema e calcular seu custo benefício a curto, médio e longo prazo;
- Apresentar os benefícios ao meio ambiente por meio da implantação do sistema de geração de energia solar na edificação;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 NORMATIZAÇÃO DA MICROGERAÇÃO DE ENERGIA

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012

A Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2017, estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências:

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

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - micro geração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

(Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015).

II - mini geração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com micro geração ou mini geração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e

posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa;(Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

IV - melhoria: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, visando manter a prestação de serviço adequado de energia elétrica;(Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

V - reforço: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários;(Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com micro geração ou mini geração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII –geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com micro geração ou mini geração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VIII –auto consumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa

Física que possua unidade consumidora com micro geração ou mini geração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

3.2 VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

De acordo com Rüther (2004), o potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil é muitas vezes superior ao consumo total de energia elétrica do país. A energia solar possui variadas aplicações e a geração direta da energia elétrica através do efeito fotovoltaico se caracteriza como uma das formas mais interessantes de gerar potência elétrica.

Segundo Zilles (2011), a geração distribuída de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos em edificações consiste em unidades de geração, que além de consumidoras de energia, passam a produzir parte da energia necessária, podendo, em algumas situações verter o excedente de energia à rede de distribuição de energia elétrica.

Anualmente, o planeta Terra recebe $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar, valor 10.000 vezes maior que o consumo mundial de energia neste período. Este fato indica que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar representa uma inesgotável fonte energética, possuindo assim um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outras formas de energia (térmica, elétrica, etc.). Uma das possíveis formas de conversão da energia solar é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas (PRADO JÚNIOR, 2004).

3.3 HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Através da conversão de radiação solar em eletricidade por meio de materiais semicondutores obtém-se energia solar fotovoltaica, cujo fenômeno atribui-se o nome de Efeito Fotovoltaico.

Em 1839, o cientista Alexandre Edmond Becquerel observou pela primeira vez o Efeito Fotovoltaico. O físico verificou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas em um eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz. W. G. Adams e R. E. Day, dois inventores americanos utilizaram mais tarde em 1877 as propriedades foto condutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz. Tratava-se de um filme de selênio depositado num substrato de ferro e com um segundo filme de ouro, semitransparente que servia de contato frontal. Apresentava rendimento de conversão na faixa de 0,5%, no entanto, mesmo com a baixa eficiência apresentada, Werner Siemens um engenheiro alemão, comercializou células de selênio como fotômetros para máquinas fotográficas (VALLÊRA et al.,2006).

A energia fotovoltaica teve de esperar o desenvolvimento de grandes trabalhos científicos, como por exemplo, a teoria do efeito fotoelétrico de Einstein em 1905, o advento da mecânica quântica, a teoria de bandas, a física dos semicondutores, assim como as técnicas de purificação e dopagem associadas ao desenvolvimento do transistor de silício, para então poder dar continuidade ao seu desenvolvimento (VALLÊRA et al., 2006).

Devido a crise energética que se instalou no mundo em 1973, o preço do petróleo quadruplicou e esse agravante somado as mudanças climáticas ocorridas no mesmo período causaram uma preocupação ambiental, levando as grandes potências mundiais a investirem pesado na tecnologia fotovoltaica, buscando diminuição dos custos de geração a partir do sol. Estes investimentos proporcionaram uma redução de cerca de 80% do custo da eletricidade proveniente desta forma de geração em menos de uma década (GUIMARÃES, 2012).

A ameaça de falta de energia e de catástrofes climáticas motivou a criação do primeiro parque de geração fotovoltaica, em 1982 nos EUA, e os telhados solares, em 1990 na Alemanha, e em 1993 no Japão. Pesquisas revelaram que a redução dos custos de instalação de células fotovoltaicas não se dá somente pelo desenvolvimento tecnológico, mas também pelo aumento da produção e pelas melhorias das técnicas de fabricação. Com essa redução de custo acredita-se que os painéis de energia solar seriam uma alternativa de geração com custos competitivos ao de energia convencional (GUIMARÃES, 2012).

3.4 TERMINOLOGIA

A literatura sobre energia fotovoltaica apresenta uma grande variação com relação a nomenclatura de seus componentes, simbologia e grandezas solarimétricas. Com o intuito de criar uma padronização, foi criada a norma ABNT NBR 10.899 – Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia, que determina os termos técnicos relativos à conversão fotovoltaica de energia radiante solar em energia elétrica.

3.5 SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS CONECTADOS A REDE

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCRs) são basicamente constituídos por: painéis FV e inversor, descartando a utilização de elementos para armazenagem da energia elétrica produzida. Sendo a produção interligada a rede elétrica da concessionária tendo esta como elemento armazenador, pois toda energia gerada é colocada em paralelo com a energia da rede. (URBANETZ, 2010).

Este sistema conectado apresenta algumas vantagens pois atuam como usinas geradoras de energia elétrica em paralelo às grandes centrais geradoras. Podem ser integrados à edificação sobrepondo ou substituindo elementos de revestimento e, portanto, próximos ao ponto de consumo, ou do tipo central FV [Usinas Solares], sendo esta tipicamente distante do ponto de consumo. (URBANETZ, 2010)

Há dois tipos de SFCRs, os de grande porte (centrais ou usinas fotovoltaicas) ou de pequeno porte (descentralizada e instalada em edificações urbanas).

3.6 COMPONENTES DO SFCR

Quando se trata de um SFCR, o mesmo é instalado em paralelo com a rede, permitindo assim sua alimentação tanto pelo sistema fotovoltaico quanto pela rede, o que garante a alimentação das cargas durante os períodos de alta e baixa intensidade de luz. Essa atividade só é possível pelo uso de componentes de eletrônica de potência de saída de módulo.

Os elementos necessários para promover este funcionamento são:

Módulo Fotovoltaico (Painel Solar);

Inversor de Frequência (Grid Tie);

Medidor de energia Bidirecional;

Abaixo a Fig.1 representa um sistema de geração de energia solar numa edificação, pontuando seus elementos.

Figura 1- SFCR Residencial.



Fonte: Portal Solar, (2017).

Os inversores de frequência são componentes eletrônicos que convertem tensão contínua em tensão alternada. Podendo ser alimentados por diversos valores de tensão, e a saída é normalmente dada em 120/127 ou 220V em corrente alternada, e frequência de 50 ou 60 Hz (GUIMARÃES, 2012).

O medidor bidirecional tem duplo funcionamento, ele deve no mínimo, diferenciar a energia elétrica ativa consumida da energia elétrica ativa injetada na rede. (ANEEL,NT 0129/2012).

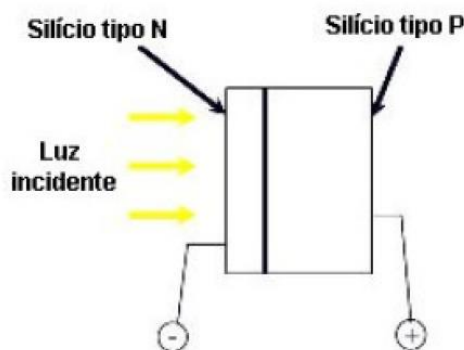
3.7 CÉLULA FOTOVOLTÁICA

A célula fotovoltaica é a unidade básica para conversão da radiação solar em energia elétrica. É composta de elementos semicondutores, com características intermediárias entre condutor e isolante. Tendo como substância mais utilizada na conversão fotovoltaica o silício (GUIMARÃES, 2012).

Segundo o mesmo autor supracitado acima, geralmente este elemento é obtido em forma de areia na natureza, e este sofre processos industriais para obtenção de sua forma cristalina e pura. Porém, esta forma é isolante(sem elétrons livres), sendo necessário a inserção de impurezas no cristal de silício para torna-lo um semicondutor. Tendo este processo o nome de dopagem, que é largamente utilizado na indústria eletrônica.

De acordo com Guimarães (2012) no processo de dopagem são criados dois tipos de cristais, um com inserção de fósforo, denominado “silício tipo p”, e o outro com inserção de Boro, chamado de “silício tipo n”. Dada uma das partes é neutra e isoladamente, no entanto, ao se criar uma junção desses dois cristais resulta em um campo elétrico constante na fronteira entre esses dois materiais. Essa junção é chamada de junção p-n e é mostrado na fig 2.

Figura 2- Junção p-n.



Fonte: Matavelli, (2013).

Ao sofrer incidência de luz, esta junção é atingida por fótons e passa a se comportar como um condutor. Os elétrons captados dos fótons sofrem ação de campo elétrico fluindo de “P” para “N”. Instalando-se um condutor entre as camadas positiva e negativa, obtém-se uma corrente proporcional à incidência de luz. É importante lembrar que a célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, ela somente converte luz em fluxo de elétrons (GUIMARÃES, 2012).

Os principais tipos de células solares fotovoltaicas comerciais são constituídos a partir dos seguintes materiais:

Silício Monocristalino;

Silício Policristalino;

Silício Amorfo;

Telurieto de Cádmio.

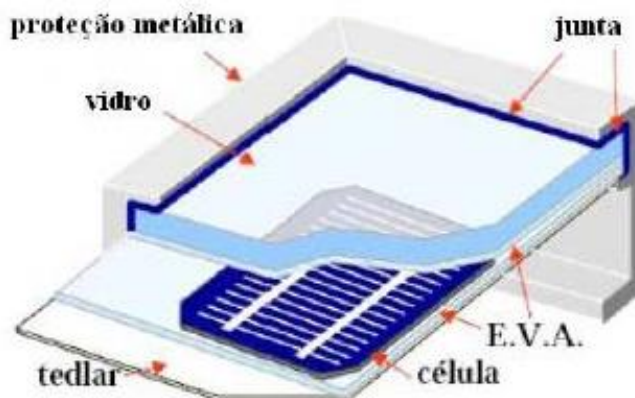
Novos materiais vem sendo desenvolvidos afim de se obter um maior desempenho das células fotovoltaicas. A célula de Silício Cristalino apresenta os melhores resultados com um rendimento em torno de 15%, se tornando mais caro devido ao processo de fabricação. As demais células apresentam resultados inferiores que alcançam no máximo 12% (CRUZ, 2012).

3.8 MÓDULO SOLAR FOTOVOLTÁICO

De acordo com Cruz (2012), comumente um painel solar fotovoltaico produz em torno de 120 watts de potência, alcançando 3,56 ampères no ponto de máxima potência, por isso é a necessidade deles serem arranjados em uma configuração série-paralelo para alcançar potências e tensões mais elevadas. Essas combinações resultam em um único dispositivo denominado de módulos solares fotovoltaicos, que podem fornecer potências de dezenas a centenas de Watts.

Os módulos mais comuns são os de silício-cristalino, com células ligadas em série, sobre uma placa de tedlar recoberto de EVA (Etileno Acetato de Vinila) e vidro temperado de elevada transmitância e resistente a impactos, conforme ilustrado na fig 3.

Figura 3 – Ilustração em corte de um módulo comercial.



Fonte: Cruz (2012).

3.9 INVERSOR

Como foi visto até o momento, os painéis fotovoltaicos são capazes de fornecer corrente apenas na forma de corrente contínua. Em algumas aplicações é possível aproveitar esta corrente mas em muitos casos é necessário converter esta corrente em uma fonte de corrente alternada (DAZCAL, 2008).

O aparelho responsável pela transformação de corrente contínua para corrente alternada é chamado de inversor. O inversor é capaz de transformar uma

fonte de tensão de 12Vcc em uma fonte de 110 Vca,, 220 Vca com frequências de 50 ou 60 Hz, ou outras combinações que possam ser interessantes para o sistema(DAZCAL, 2008).

Esta conversão, no entanto, acarreta perdas elétricas da ordem dos 25 aos 9%, ou seja, os inversores possuem eficiências que variam entre 75 e 91%. Isto se deve ao fato de que o consumo do circuito inversor aumenta proporcionalmente com o aumento da potência que está controlando. A forma de onda na saída dos inversores eram, inicialmente, quadradas, mas atualmente encontram-se inversores que produzem formas de ondas aproximadamente senoidais(DAZCAL, 2008).

3.10 POTENCIAL SOLAR BRASILEIRO

Após 17 nos de observação das condições climáticas e acontecimentos ocorridos no território brasileiro o mapeamento do potencial de ES no Brasil foi elaborado, definindo os parâmetros à implantação de um sistema desse tipo.

A território da Amazônia por apresentar muitas chuvas e nebulosidade durante o ano, e a região sul que apresenta no inverno os menores valores de irradiação solar no país são as regiões menos atrativas se tratando da implantação destes sistemas. O sertão da Bahia e boa parte de Minas Gerais ostentam as maiores taxas de irradiação dentro do chamado cinturão Solar Brasileiro, chegando a 2281 KWh/m²/ano, faixa que vai do Nordeste ao Pantanal, abrangendo também estados como Paraíba, Piauí, Tocantins, Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso. O Tocantins especificamente apresenta uma condição que propicia a implantação deste sistema, por não ocorrer as 4 estações do ano mais dois períodos bem definidos, um com alta intensidade de Sol e outro com ocorrência de chuva que mesmo nublando o tempo tem a presença de raios solares (PEREIRA, 2017).

3.11 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA

Para um melhor entendimento foi enumerado e destacado os seguintes itens sobre a utilização de um SFCR como opção de GD:

- produção de potência próxima de onde ela é consumida;
- redução global de perdas e possível redução da necessidade de novas linhas de transmissão e de distribuição;
- flexibilidade de implementação em curto espaço de tempo;
- benefícios ambientais quando utilizam energias renováveis ou resíduos agressivos ao meio ambiente;
- podem aumentar a confiabilidade do sistema, por ter uma redundância inerente;
- propicia uma abordagem modular dos problemas, atendendo demandas particulares com soluções específicas;
- redução no carregamento da rede, maior flexibilidade operativa, melhor perfil de tensão e redução das perdas;
- propicia a aplicação de diferentes técnicas de gerenciamento da demanda.

A utilização de um SFCR como opção de GD no sistema de distribuição também apresenta desvantagens para o sistema:

- dependendo do tipo de geração pode aumentar do nível de curto circuito, flutuação de potência ativa, coordenação da proteção, competição por regulação de tensão e harmônico;
- altos custos das tecnologias aplicadas, maior complexidade de operação do sistema elétrico;
- o fato das fontes, em grande parte, dependerem da variabilidade de fenômenos naturais como ventos, incidência do sol e outras, sendo então sujeitas a influências meteorológicas e sazonais;
- o aparecimento de fluxos contrários ao convencional;

- desequilíbrio entre as fases quando se conecta uma GD monofásica à rede.

De acordo com a revisão bibliográfica sobre o tema abordado, a seguir será apresentada a metodologia utilizada para execução deste trabalho. Visando alcançar os resultados esperados.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa será desenvolvida em uma obra residencial de 50m², localizada na cidade de Porto Nacional –TO e, para isso, será levado em consideração o consumo médio para uma família tradicional Brasileira constituída de 4 ou 5 pessoas.

O levantamento de custos com energia elétrica da residência será baseado no valor unitário determinado pela ANEEL, em R\$/kWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema, e pelo consumo de energia de acordo com a concessionária (ENERGISA).

A viabilidade de implantação será de acordo com a irradiação solar diária mensal, registrada pela CRESERB, um sistema do Governo Federal interligado nacionalmente e de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia. Essa é a ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos no Brasil. Os dados serão captados na estação de Porto Nacional, TO-BRA, latitude 10,5° S longitude 48,417206° e apresentados em kWh/m².dia, sendo analisados os 12 meses do ano.

Com a definição do consumo médio mensal e da produção conseguida com a implantação do sistema durante o ano inteiro, nos períodos mais propícios de irradiação e também em períodos de chuva, faz-se um comparativo e uma análise do investimento necessário para a implantação da nova tecnologia de produção de energia, tendo como resultado o retorno do capital implantado inicialmente.

Para a tabulação e análise dos dados encontrados, será utilizada a ferramenta do *Microsoft Office Excel*. Os parâmetros do projeto estarão de acordo com a RN N° 482, de 17 de Abril de 2012 (ANEEL), que regulariza toda mini e micro geração de energia solar, ABNT NBR 11704 – Sistemas Fotovoltaicos-Classificação: Esta norma classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em elétrica.

5. ORÇAMENTO

Quadro 1 – Gasto com Recursos Materiais

Quadro com Recursos Materias			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
RESMA PAPEL A4- 500 FLS	1	17,50	17,50
IMPRESSORA HP DESKJET	1	270,00	270,00
NOTEBOOK	1	2300,00	2300,00
CARTUCHO HP 662	2	62,00	124,00
COMBUSTÍVEL	100	3,90	390,00
TOTAL			3101,50

Fonte: Elaborado pelo Autor.

6. CRONOGRAMA

Quadro 2 – Cronograma de elaboração de projeto

	2017						2018					
Etapas	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Escolha do Tema	X											
Elaboração do Projeto		X	X	X	X							
Revisão Bibliográfica			X	X	X							
Apresentação do Projeto					X							
Coletas de Dados							X	X	X			
Análise e discussão de dados								X	X	X	X	
Revisão da Monografia												X
Submissão da Monografia												X
Apresentação da Monografia												

Fonte: Elaborado pelo Autor.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Com a implantação deste sistema inovador e ainda pouco utilizado pela sociedade, a tendência é que a edificação consiga suprir o consumo de energia necessário para seu funcionamento.

A adequação desta edificação a um sistema de geração de energia fotovoltaico interligado a rede de distribuição, permitirá que a edificação possa produzir sua própria energia e lança-la na rede, gerando créditos com a distribuidora. Vale destacar que mesmo nos meses sem a incidência de raios solares, o abastecimento continua sendo feito sem custo ao proprietário.

O sistema de geração de ES é compacto e se adequará a qualquer estrutura de uma residência, o que tornará mais simples sua implantação nas edificações, com uma vida útil de até 25 anos, sem custos abusivos de manutenção.

A redução da conta de Luz é de até 95% do seu valor final, e ficar imune da inflação energética prevista com a privatização das estatais do sistema Eletrobrás, e a valorização imediata do imóvel.

Com uma geração de energia limpa, o impacto ambiental que o sistema irá provocar é baixíssimo, quando comparado aos demais sistemas existentes que dominam a geração de energia no país, como a energia hidrelétrica e a térmica (gás e carvão mineral).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 11704 – **Sistemas Fotovoltaicos-Classificação: Esta norma classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em elétrica.**

CRUZ, A. A. P. **Usina Solar Fotovoltaica de Juiz de Fora.** Juiz de Fora (MG), 2012.

DAZCAL, R. G. **Estudo da Implementação de um Sistema de Energia Solar Fotovoltaica em um Edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie.** São Paulo, 2008.

GUIMARÃES V. R, UIRÊ. **Estudo de viabilidade econômica de Instalação de Fontes de Energia Renováveis Baseada em Células Fotovoltaicas Para o Uso Residencial.** São Carlos, 2012.

MATAVELLI, A. C. **Energia Solar: Geração de Energia Elétrica.** Lorena-SP, 2013.

PEREIRA, ENIO. **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** São Paulo, 2017.

PRADO JÚNIOR, F. A. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Rio de Janeiro, 1ª Edição, Editora Ediouro, 2004.

Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica Caminho Limpo Para o Desenvolvimento. Disponível em: http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.html, acesso em 12 de out. 2017.

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, de 17 de Abril de 2012.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil.** Florianópolis – SC, 1ª edição. Editora UFSC, 2004.

URBANETZ JUNIOR., J. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Redes de distribuição Urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade.** Florianópolis: UFSC - BU, 2010.

VALLÊRA, A. M. et al. **Meio Século de História Fotovoltaica.** Solar, 2006. Disponível em: <www.solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Acesso em: 25 de Setembro de 2017.

ZILLES, R. **Geração Distribuída e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede.** Março, 2011. Disponível em: <http://www.cogen.com.br/workshop/2011/Geracao_Distribuida_Sist_Fotovoltaicos_29032011.pdf>. Acesso em: 19 de Setembro de 2017.

ANEXOS

A seguir em anexo, os currículos Lattes do orientador de TCC o Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino e o orientado Allef Facundes Cerqueira.