

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**JORGE HENRIQUE DE MORAIS PINA
VICTOR JAPIASSÚ CORRÊA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS COM
GERAÇÃO COMPARTILHADA**

ANÁPOLIS / GO

2018

VICTOR JAPIASSÚ CORRÊA
JORGE HENRIQUE DE MORAIS PINA

**IMPLEMENTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS COM
GERAÇÃO COMPARTILHADA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR:
RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO

ANÁPOLIS / GO: 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

PINA, JORGE HENRIQUE DE MORAIS / CORRÊA, VICTOR JAPIASSÚ

Implementação de Usinas Fotovoltaicas com Geração Compartilhada

91P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Energia Fotovoltaica | 2. Sustentabilidade |
| 3. Geração Compartilhada | 4. Usinas Fotovoltaicas |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PINA, Jorge Henrique de Moraes. CORRÊA, Victor Japiassú. Implementação de Usinas Fotovoltaicas com Geração Compartilhada. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

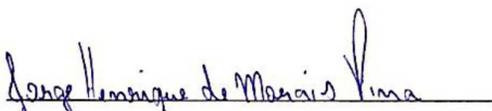
NOME DO AUTOR: Jorge Henrique de Moraes Pina

Victor Japiassú Corrêa

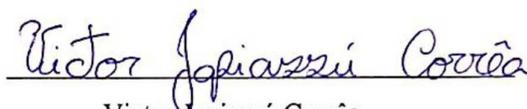
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
Implementação de Usinas Fotovoltaicas com Geração Compartilhada

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.


Jorge Henrique de Moraes Pina

E-mail: jorgejacob_@hotmail.com


Victor Japiassú Corrêa

E-mail: victor_japiassu@hotmail.com

JORGE HENRIQUE DE MORAIS PINA

VICTOR JAPIASSÚ CORRÊA

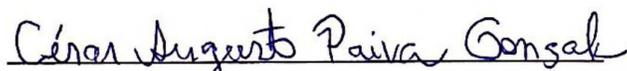
**IMPLEMENTAÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS COM
GERAÇÃO COMPARTILHADA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:



**RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO, Mestre (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)**



**PROF. CÉSAR AUGUSTO PAIVA GONÇALVES, mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**PROF. EDUARDO MARTINS TOLEDO, mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 14 de maio de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proporcionar a vida e me permitir que busque meus sonhos, me dando saúde e coragem para viver.

Ao Centro Universitário UniEvangélica, seu corpo docente, direção e administração que me proporcionou uma visão mais ampla do mundo, baseados sempre na ética e moral, princípios que levarei comigo por toda minha vida.

A todos os professores do por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas também a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional. Por compartilharem comigo seus conhecimentos e sabedorias, sem medir esforços para que eu pudesse aprender, serei eternamente grato.

Aos meus pais Kátia Marilene e José Sérvulo por não medirem esforços perante as dificuldades e por me apoiarem incondicionalmente todos os dias de minha vida, principalmente nesta fase de formação acadêmica, onde a batalha diária se torna ainda mais difícil. A eles de todo o meu coração meu muito obrigado. Aos meus irmãos pelo apoio recebido e por estarem ao meu lado em todas as fazes de minha vida.

A minha namorada Mayara Melo por estar sempre ao meu lado me incentivando e apoiando de todas as maneiras possíveis para que eu pudesse chegar até aqui, muito obrigado por fazer parte desta conquista!

Aos meus avós, padrinhos, tios e todos os meus parentes e amigos que de alguma forma contribuíram para que eu conquistasse mais este objetivo em minha vida, muito obrigado.

Aos meus colegas de turma que vivenciaram comigo todo esse período de formação acadêmica, compartilhando conhecimentos e experiências de vida, constituindo amizades que levarei pelo resto de minha vida.

Jorge Henrique de Morais Pina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a realização deste sonho, secundamente a minha esposa Natália que sempre me incentivou a continuar os estudos mesmo em épocas difíceis e terceiramente a minha família, Adamilson, Marize e meu irmão Vinícius por terem sido a fonte da minha inspiração e motivação para iniciar a graduação.

Victor Japiassú Corrêa

RESUMO

O presente estudo tem como enfoque a implementação de usinas fotovoltaicas como geração compartilhada de energia. Para melhor assimilação deste estudo teve-se como objetivo então mostrar o processo de implementação de usinas fotovoltaicas conectadas na rede elétrica e como as estatais de energia espalhadas pelo país estão portando com esse novo modelo de concorrência. A metodologia utilizada foi de pesquisa bibliográfica, em livros, artigos digitais e legislações normatizadoras, e estudo de caso junto a um projeto de criação de uma usina pela empresa Ecosol Condomínio Solar, que teve funcionamento em março de 2018 após um ano de implementação. E, por meio desse estudo foi possível concluir que energias fotovoltaicas tem se demonstrado promissora no Brasil, principalmente após a resolução da Aneel a qual apresentou possibilidade de construção de mini usinas para geração de energia fotovoltaicas a grupo de consumidores. E, analisando o processo de instalação e vantagens quanto ao uso desse tipo de fornecimento de energia pode-se observar que a instalação de energia solar vem crescendo exponencialmente, a implementação dos condomínios solares crescerá da mesma forma. Sua praticabilidade é viável como foi demonstrado no estudo de caso e mesmo tendo uma pequena fração diante de outras fontes de energia, demonstra que essa energia renovável é viável com retorno visível logo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar. Fotovoltaico. Condomínio Solar. Fazenda Solar. Energia Compartilhada.

ABSTRACT

The present study has as its focus the implementation of photovoltaic plants as shared energy generation. For better assimilation of this study had as objective then show the process of implementation of photovoltaic plants connected in power grid and how the energy State throughout the country are doing with this new model of competition. The methodology used was bibliographical research, in books, articles and normatizadoras laws, and case study with a project of creation of a plant by the company Ecosol Solar Condo, which had operation in March after a year of 2018 implementation. And, by means of this study it was possible to conclude that photovoltaic energies has been shown to be promising in Brazil, especially after Aneel's resolution which presented the possibility of construction of mini power plants for photovoltaic power generation group of consumers. E, analisando o processo de instalação e vantagens quanto ao uso desse tipo de fornecimento de energia pode-se observar que a instalação de energia solar vem crescendo exponencialmente, a implementação dos condomínios solares crescerá da mesma forma. Sua praticabilidade é viável como foi demonstrado no estudo de caso e mesmo tendo uma pequena fração diante de outras fontes de energia, demonstra que essa energia renovável é viável com retorno visível logo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar. Fotovoltaico. Condomínio Solar. Fazenda Solar. Energia Compartilhada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Paineis Fotovoltaicos com potência de 365 w	18
Figura 2: Inversor de Tensão - On-grid	20
Figura 3: Geração Distribuída	22
Figura 4: Imagem de satélite da Usina Solar Topaz, na Califórnia	23
Figura 5: Presidenta do Chile, Michelle Bachelet, inaugural maior usina fotovoltaica da América Latina	25
Figura 6: Usina solar ipê amarelo de Minas Gerais de 5mw em construção	26
Figura 7: Primeiro condomínio solar de geração distribuída do Brasil	27
Figura 9: Projeto de locação de estruturas e placas.	35
Figura 9: Irradiação de Ouro Verde de Goiás	35
Figura 10: KU MAX DUAL CELL 365W CANADIAN SOLAR	39
Figura 11: Inversor Fronius ECO 25.0-3	41
Figura 12: Fluxograma da documentação da concessionária de energia	42
Figura 13: Estrutura metálica utilizada em Ouro Verde de Goiás	44
Figura 14: Estrutura metálica mono pé concretada no solo	44
Figura 15: Fluxograma de etapas de construção do condomínio solar.	45

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Enumeração de painéis fotovoltaicos	19
Tabela 2: Levantamento de custos	36
Tabela 3: Geração de Energia do Condomínio Solar	36
Tabela 4: Rendimento do lucro bruto	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
Cm	Centímetro
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
FP	Fator de Potência
kWp	KiloWatt Pico
M	Metro
NTC	Normativa Técnica da CELG-D
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
Pç	Peça
V	Volt
UC	Unidade Consumidora
Um	Unidade
W	Watt
Wp	Watt Pico
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
UC	Unidade Consumidora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 METODOLOGIA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 ENERGIA SOLAR	17
2.2 COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	18
2.2.1 Painéis Fotovoltaicos.....	19
2.2.2 Inversores de tensão	20
2.2.3 Transformador de alta/média tensão	21
2.4 GERAÇÃO DISTRIBUIDA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	22
2.5 USINAS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICAS CONECTADAS Á REDE.....	22
2.6 USINAS SOLARES NO BRASIL	23
2.6.1 Usinas solares na América latina	25
2.7 CONDOMÍNIO SOLAR.....	25
2.7.1 Funcionamento dos condomínios solares.....	26
2.8 IMPLANTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO SOLAR.....	28
2.8.1 Identificar o local aonde será feito o empreendimento;	28
2.8.2 Conexão com a rede	29
2.8.3 Documentação e projetos necessários para a abertura de um condomínio solar	29
2.8.4 Implementação da infraestrutura, como estradas, muro e segurança;.....	30
2.8.5 Logística e a compra dos equipamentos;.....	30
2.8.6 Instalação dos suportes dos painéis fotovoltaicos de estrutura metálica;.....	30
2.8.7 Montar a subestação “transformador”;.....	31
2.8.8 Conectar o sistema a rede de transmissão;	31
2.8.9 Monitorar a geração de energia diária.	31
2.9 AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS USINAS SOLARES	32
2.10 NORMAS E REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA	32
3 ESTUDO DE CASO.....	34
3.1 VIABILIDADE DO PROJETO.....	34
3.1.1 Estudo técnico.....	34

3.1.2 Viabilidade financeira	36
3.1.2.1 Projeção de gastos	37
3.2 DIMENSIONAMENTO DE PERDAS DE ENERGIA.....	38
3.3 QUANTIFICAÇÃO.....	38
3.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	38
3.3.2 Inversor de Tensão	39
3.4 CONEXÃO COM A CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA.....	41
3.5 ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO.....	42
3.6 CONSTRUÇÃO DO CONDOMÍNIO SOLAR	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

O início do uso da energia elétrica no Brasil se deu no século XIX, trazido inicialmente pela empresa canadense Light em 1899, construindo sua primeira usina em 1901. Outro momento importante no histórico do setor elétrico brasileiro foi o que veio a partir do Código de Águas (1934), na era Vargas, com a criação, em março de 1939, do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), que tinha a finalidade de estudar o problema da exploração e utilização da energia elétrica no país, em especial a de origem hídrica. O CNAEE procurava colocar em prática as disposições contidas no Código de Águas. A Chesf (Companhia Hidrelétrica do São Francisco) foi fundada em 1945, e a Furnas, em 1957, com as décadas de 1940 e 1950 sendo caracterizadas pela convivência de investimentos públicos e privados. Na década seguinte, chegaram o Ministério das Minas e Energia (MME — 1960), a Eletrobras (1962) e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE — 1965). Durante os anos de 1960 e 1970, houve um aprofundamento da estatização (Eletrosul em 1969 e Light em 1979). O marco maior da década de 1980, sem dúvida, é o início do funcionamento da hidrelétrica Itaipu Binacional (Brasil e Paraguai), em 1984 (PINTO, 2018).

Porém, diante da escassez de recursos naturais e a busca por fontes de energias alternativas de energia, mesmo o fornecimento via hidrelétrico sendo o mais utilizados, meios de geração de energia elétrica diversas tem sido apresentadas e utilizadas como no caso de eólicas e fotovoltaica, foco desse estudo, que conta com 13 usinas em operações no Brasil, segundo dados Aneel de 2013, e em 2017 tendo 51 empreendimentos em operação utilizando dessa fonte de energia (PINTO, 2018).

As fontes alternativas de energia menos nocivas ao meio ambiente são os geradores eólicos, sistemas solares térmicos e os sistemas fotovoltaicos, sendo que o mais viável é o gerador eólico, porém há um problema de correntes de ar, o segundo mais viável é a energia solar fotovoltaico e o terceiro é o gerador solar térmico.

A energia solar fotovoltaica então foi muito mais utilizada do que as outras fontes de energia renováveis sendo a sua descoberta em 1839 pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel, que deparou com o efeito fotovoltaico em quanto fazia experiências com eletrodos, depois disso teve início a vários testes com a energia.

A energia solar fotovoltaica apresenta mais regularidade no fornecimento de eletricidade do que a energia eólica e pode ser empregada em todo o território brasileiro, pois o País é privilegiado com elevadas taxas de irradiação solar em todas as regiões. A utilização de fonte de energia fotovoltaica se dá diretamente utilizando a luz solar, e no Brasil, o clima

apresenta colaborante nesse sentido, visto ser um país tropical e predominante de luz solar. A superfície da Terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar, mas uma pequena parcela dessa energia é aproveitada (VILLALVA, 2015).

Em comparação com outros países que concentram a maior parte da geração fotovoltaica no mundo, o Brasil é muito privilegiado para a exploração dessa fonte de energia. E, diante de tais apontamentos ocorreu a escolha desse estudo, que é demonstrar a viabilidade que a energia solar fotovoltaica apresenta de utilização, sendo que, a entrave maior refere-se a instalação de usinas, que requer obediência a um padrão, características de terreno e condições climáticas, porém, o estudo busca-se demonstrar que essa fonte de energia é viável financeiramente e ambientalmente. Além de demonstrar que esse sistema já tem sido amplamente instalado em residências, indústrias e comércios, demonstrando assim aceitabilidade por parte da população e projetos de engenharia, e a instalação e utilização de usinas fotovoltaicas diminuir ainda mais custos. Além de trabalhar em complementação com a rede elétrica pública.

Exemplo disso, é que com o passar do tempo a tecnologia se tornou mais viável e começou a ser utilizada em escala industrial, o início desse período foi em 2015 onde conceito de Condomínio solar ou ‘Solar Farm’ foi colocado em prática pela empresa ‘Solar City’ que hoje está em posse da fabricante de carros elétricos ‘Tesla’. As usinas fotovoltaicas hoje não possuem um padrão de construção, pois depende muito do terreno e das condições climáticas, mas há alguns erros que devem ser evitados, tanto na obra civil quanto na parte financeira, ambos serão exemplificados nesse trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

As fontes de energia alternativas e renováveis são cruciais para essa nova geração, o crescimento da população mundial é altíssimo e alguns recursos podem ficar escassos ou então ser insuficientes devido ao tamanho da população.

Então fontes de energia como a solar fotovoltaica é uma das fontes de energia que pode ser complementar no ramo energético, pois sua instalação é simples e de fácil dimensionamento. A tecnologia logo foi homologada e sua geração se deu início em residências, porém a maior parte da população acha a tecnologia muito dispendiosa, portanto para tornar essa tecnologia mais executável, foram idealizados condomínios solares, que produziram energia para vários consumidores, barateando o equipamento, por se tratar de uma compra em grande escala.

Outro modelo que torna o condomínio solar executável é quando uma empresa é detentora de todo o condomínio solar e repassa os kWh gerados mensalmente pelo condomínio a um preço menor que o das concessionárias de energia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral é mostrar o processo de implementação de usinas fotovoltaicas conectadas na rede elétrica e como a lei protege os condomínios solares dessa nova concorrência com as estatais e privadas de energia espalhadas pelo país.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar estudos do processo de usinas fotovoltaicas
- Elaborar um projeto da usina fotovoltaica
- Estudar o impacto das leis sobre sistemas fotovoltaicos e condomínio solar

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi de pesquisa bibliográfica, em livros, artigos digitais e legislações normatizadoras, e estudo de caso junto a um projeto de criação de uma usina pela empresa Ecosol Condomínio Solar, que teve funcionamento em março de 2018 após um ano de implementação, verificando também quais os melhores métodos de construção, utilizando o método indutivo em todo o trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENERGIA SOLAR

A energia do Sol pode ser utilizada para produzir eletricidade pelo efeito fotovoltaico, a qual ocorre conversão direta da luz solar em energia elétrica. Diferente dos outros meios de obtenção de energia, o fotovoltaico é obtido de forma direta e produz com isso corrente elétrica, a qual é processada por dispositivos controladores e conversores, que são armazenadas em baterias ou utilizada diretamente em sistemas conectados à rede elétrica (VILLALVA, 2015).

A energia que está sendo citada neste trabalho vem da radiação solar, que consiste na conversão direta da luz solar em energia elétrica, que entra em contato com placas de silício, sendo que o silício é composto por elétrons que são energizados ao contato com a luz solar. As placas fotovoltaicas são compostas por várias placas de silício, essas placas podem ficar em cima dos telhados e fachadas a fim de prover eletricidade para residências e comércios (PINTO, 2018).

A energia solar está crescendo exponencialmente, mas “as matrizes energéticas possuem grandes percentuais como: 56,5 % não renováveis e 43,5% renováveis, sendo que das energias não renováveis são: 36% do petróleo, 5,5% de carvão, 1,5% nuclear, 12,3% de gás e 0,7% de outros. Já nas renováveis são 12,6% de hidroelétricas e fotovoltaicas, 8% de lenha e carvão vegetal, 17,5% de derivados da cana-de-açúcar e 5,4% outras renováveis” (BRASIL, Ministério de Minas e Energia, 2017).

O motivo para que a energia fotovoltaica seja colocada junto as hidroelétricas nas pesquisas é devido a sua natureza intermitente. O que significa que a sua energia não é produzida 24 horas por dia e sim em média de 5,5 horas por dia “média de radiação de produção máxima dos painéis” no estado de Goiás (GLOBAL SOLAR ATLAS, 2018), e o restante das 18,5 horas será composta por energias variáveis como a das hidroelétricas. Levando em conta que em 2008 o quadro de energias renováveis era apenas de 22% e que a previsão era que em 2013 o percentual fosse de 26% (HINRICHS, 2008, p. 108), em 2017 o setor dobrou o seu potencial, atraindo interesse mundial em alterar as fontes de energia, fez com que empresas buscassem financiar pesquisas e investir em fontes alternativas como, por exemplo, a Shell, que planeja investir 1 bilhão em energias renováveis (O GLOBO, 2018).

Mas no Brasil, mesmo diante de enorme potencial de utilização, grande parte da população ainda desconhece essa tecnologia. Vários fatores contribuíram e alguns ainda

contribuem para o pouco uso da energia solar fotovoltaica no Brasil, conforme citou Villalva (2015, p. 32) os seguintes:

Até o início do ano de 2012 o principal obstáculo era a ausência de regulamentação e de normas técnicas para o setor fotovoltaico, o que inibia o surgimento de uma indústria e de um mercado voltados para os sistemas de geração distribuída em baixa tensão, que são um importante nicho de aplicação da energia fotovoltaica. Outros obstáculos podem ser citados. O custo da eletricidade gerada com a energia fotovoltaica ainda era considerado elevado em comparação com a energia hidrelétrica.

Porém, após o ano de 2015 essa conotação mudou, até porque os índices inflacionários também elegeram o custo de energia hidrelétrica, onde brasileiros experimentaram aumentos superiores a 60% nas suas contas de energia elétrica. Isso reacendeu o interesse pela energia solar fotovoltaica, até porque foram dos índices inflacionários e tributários que o país apresenta a energia solar a energia solar fotovoltaica é economicamente viável e muito competitiva diante do elevado custo da energia elétrica para o consumidor brasileiro.

2.2 COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Em um sistema fotovoltaico tem muitos componentes para o seu funcionamento como, por exemplo, estrutura metálica que faz a fixação das placas, cabeamento para a transmissão de energia, transformadores de tensão, inversores de tensão, painéis fotovoltaicos como na Figura 1 e outros.

Figura 1: Painel Fotovoltaico com potência de 365 w



Fonte: <https://www.canadiansolar.com/solar-panels/ku-modules.html>, 05/2018

2.2.1 Painéis Fotovoltaicos

O painel fotovoltaico é o equipamento mais importante de todo o processo, é o dispositivo fotovoltaico básico. É composto celular que sozinhas produzem pouca eletricidade, então, várias células são agrupadas para produzir painéis, placas ou módulos fotovoltaicos, formando assim os painéis fotovoltaicos, ou seja, é esse componente que vai gerar energia através da radiação solar através das células fotovoltaicos. Diante de sua fragilidade e para proteger essas células, é sobreposta sobre elas uma camada de vidro temperado e uma moldura de alumínio. (VILLALVA, 2015).

Os painéis fotovoltaicos possuem várias potências como demonstrado na tabela 1 e utilizam dois tipos de silício para gerar cargas positivas e negativas, sendo que quando combinado com o boro ele irá gerar a carga negativa e para criar carga positiva é combinado com o fósforo.

TABELA 1- Enumeração de painéis fotovoltaicos

Enumeração de painéis fotovoltaicos a partir da potência dos painéis e se são monocristalinos ou policristalino	
Painel de 50 w	Policristalino
Painel de 150 w	Policristalino
Painel de 170 w	Policristalino
Painel de 200 w	Policristalino
Painel de 250 w	Policristalino e monocristalinos
Painel de 315 w	Policristalino e monocristalinos
Painel de 335 w	Policristalino e monocristalinos
Painel de 350 w	Policristalino e monocristalinos
Painel de 360 w	Policristalino e monocristalinos
Painel de 365 w	Policristalino e monocristalinos

Fonte: CANADIAN SOLAR, 2018.

Os módulos fotovoltaicos de silício cristalino normalmente encontrados no mercado produzem entre 50 W e 300 W de potência, apresentam tensões máximas de até

aproximadamente 40 V e podem fornecer em torno de 8 A de corrente elétrica (VILLALVA, 2015).

Na parte de trás do painel, há condutores (fios) de 6mm que provem de uma caixa de junção, esses cabos são os conectores que interliga cada célula fotovoltaica e liga uma placa em outra. Após a conexão de todas as placas, os cabos serão ligados ao aparelho chamado inversor de tensão, que altera a tensão das placas (24v ou 48v) para a tensão da rede (110v ou 220v ou 380v).

Os painéis podem ser categorizados como monocristalino ou policristalinos, sendo que a diferença entre eles seria vista apenas de perto e que o painel que contém a tecnologia monocristalina possui uma eficiência na conversão de radiação em energia relativamente maior, com uma eficiência entre 14 e 22%, enquanto os painéis policristalinos tem uma eficiência entre 13 e 18%. A potência mostrada no painel já está considerando a eficiência do painel.

2.2.2 Inversores de tensão

O inversor é necessário nos sistemas fotovoltaicos para alimentar consumidores em corrente alternada a partir da energia elétrica de corrente contínua produzida pelo painel fotovoltaico ou armazenada na bateria (VILLALVA, 2015).

O inversor de tensão como demonstrado na figura 2, tem como finalidade alterar a corrente produzida pela placa para que ela possa ser utilizada, pois a tensão que a placa produz é de 12v a 48v em corrente contínua, e nas residências do mundo inteiro é corrente alternada com uma tensão de 110v a 380v.

Figura 2: Inversor de Tensão - On-grid



Fonte: PHB SOLAR, 2015

O inversor tem recursos inteligentes para ajudar na produção de energia, como, trabalhar em sua potência máxima, e como o sistema sofre variações de acordo com a radiação, é colocado nesse inversor um equipamento chamado MPPT, que irá determinar quantas placas ficaram interligadas e também que irá produzir energia usando a potência máxima do inversor para que não haja perdas, ele também irá guardar e transmitir informações via internet para qualquer lugar do mundo a respeito da potência gerada, se em alguma placa está ocasionando mais sobra do que as outras, se uma string (fileira de placas) está desconectada ou então se a rede da concessionária for desligada (VILLALVA, 2015).

Existem dois modelos de inversores, um que acabamos de citar que é o inversor on-grid, que trabalha junto com a concessionária de energia e existe o off-grid que é independente e precisa de baterias para funcionar, o off-grid nunca será utilizado desacompanhado de um inversor on-grid em condomínios solares, pois o condomínio tem como finalidade produzir energia em larga escala e transmitir os kWh gerados mensalmente para os clientes, com o inversor off-grid essa energia nunca sairia do local em que ela foi produzida (AZEVEDO, 2016), com os dois inversores trabalhando juntos no momento em que a rede for temporariamente desligada, seja para manutenção ou por picos de energia, o inversor off-grid irá mandar a energia produzida para o banco de baterias e assim que a rede retornar ao regular, o inversor on-grid irá mandar energia para a rede, compensando os kWh produzidos na UC (Unidade Consumidora) do cliente.

2.2.3 Transformador de alta/média tensão

A presença do transformador torna o sistema fotovoltaico mais seguro, pois possibilita a isolamento completa entre o lado CC que representa os módulos fotovoltaicos e o lado CA que representa a rede elétrica, impedindo a circulação de correntes de fuga entre os módulos e a rede e oferecendo segurança adicional em caso de falha de equipamentos, curtos-circuitos e mesmo na ocorrência de transientes da rede elétrica que podem afetar os inversores (VILLALVA, 2015).

Pode-se então colocar que transformadores são equipamentos utilizadas na transformação de valores de tensão e corrente. O funcionamento destes pode ser a óleo diesel ou também seco, sendo que a escolha por esse equipamento decorrente da sua utilização como tamanho de obra e ambiente (BALFOUR, 2016).

2.4 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA

A geração distribuída de energia elétrica fotovoltaica é descrito através do uso de geradores descentralizados, que são instalados próximos aos locais de consumo. Normalmente são de pequenas, porém, podendo também ser usinas. São conectadas na rede elétrica, a qual fornece transmissão de energia, porém de forma mais econômica.

A geração distribuída de energia elétrica é caracterizada pelo uso de geradores descentralizados, instalados próximos aos locais de consumo. Essas pequenas usinas são conectadas na rede elétrica e além de fornecer energia para o local de consumo, contribuem para o sistema inteiro de geração de energia pois todo o circuito está interligado.

Conforme pode-se observar esse processo na figura 4 abaixo:

Figura 3: Geração Distribuída



Fonte: <http://energygreenbrasil.com.br/?p=6381>, 2018

2.5 USINAS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICAS CONECTADAS À REDE

Balfour (2016) aponta que foi na Califórnia em Lugo por volta do ano de 1982 que foi evidenciado a primeira manifestação quanto a painéis fotovoltaicos para produção de energia em larga escala (acima de 1 MWp). Essa novidade na época foi permeada de grandes especulações, o que colaborou para desenvolvimento do projeto da construção de usina já no ano de 1984. Porém, essas usinas, como outras construídas nesse período foram desligadas devido a não ter apresentado retorno econômico vantajoso, e, após em período somente em 2004 que as usinas solares ganharam força novamente graças às revisões das tarifas de feed-in na Alemanha. Neste momento a Alemanha se tornou o país com mais usinas solares proporcional ao tamanho da população ganhando visibilidade internacional.

Mais de 50 usinas com potência acima de 10 Mwp foram construídas na Alemanha e a Espanha se tornou um dos maiores mercados de energia solar em 2008, com mais de 60 usinas acima de 10MWp devido ao incentivo do governo, porém esse incentivo está sendo retirado o que deu espaço para outros países começarem a crescer exponencialmente como Estados Unidos, China, Índia, França, Canadá, Itália e muitos outros. Atualmente as usinas solares tomaram grandes proporções e não se fala mais em usinas com Mwp e sim com Gwp o que seria mil vezes a potência de um Mwp (DASSI et al., 2015).

Figura 4: Imagem de satélite da Usina Solar Topaz, na Califórnia



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_solar#/media/File:Topaz_Solar_Farm,_California_Valley.jpg, 05/2018

2.6 USINAS SOLARES NO BRASIL

A energia solar fotovoltaica no Brasil era empregada exclusivamente em pequenos sistemas isolados ou autônomos instalados em locais não atendidos pela rede elétrica, em regiões de difícil acesso ou onde a instalação de linhas de distribuição de energia elétrica não é economicamente viável. Sistemas fotovoltaicos autônomos são em sua maioria ainda voltados para propriedades rurais, comunidades isoladas, bombeamento de água, centrais remotas de telecomunicações e sistemas de sinalização. Mas, muitas residências brasileiras passaram a ser atendidas por eletricidade com sistemas fotovoltaicos autônomos através do programa Luz Para Todos, criado pelo Governo Federal em 2003 (VILLALVA, 2015).

Um importante passo para a inserção da energia fotovoltaica no País foi o projeto estratégico “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”, lançado pela Aneel em 2011 em conjunto com empresas e concessionárias de energia elétrica de todo o País. O projeto teve o objetivo de promover a criação de usinas experimentais de energia fotovoltaica interligadas ao sistema elétrico nacional.

As usinas solares no Brasil estão ganhando força desde 2016 quando foi liberado a geração de energia compartilhada pela ANEEL, o governo também já tem incentivando com a redução de impostos com ICMS e PIS/COFINS para usinas de até 1MW, também está dando concessões para empresas que queiram produzir energia em larga escala e vender diretamente para as concessionárias de energia do país (PINTO, 2018).

A ANEEL, agência regulamentadora do seguimento, já aprovou a isenção do ICMS e PIS/COFINS para usinas de até 5 MW, porém as concessionárias precisam aprovar tal medida, já que ela não é obrigatória. Atualmente já tem duas usinas solares em funcionamento que atende diretamente o país através de leilões de geração de energia, ambas construídas pela empresa Espanhola, ENEL, que é detentora das concessionárias do Rio de Janeiro, Goiás e Ceará (PINTO, 2018).

A primeira usina foi Parque Lapa, da Enel composta por duas etapas, sendo elas Bom Jesus da Lapa com 80 MWp e Lapa com 78 MWp, totalizando 158 MWp, sendo esta usina a maior usina solar em operação no Brasil até o momento. Foram investidos aproximadamente 175 milhões de dólares na construção desta usina. A usina que vai substituir a usina da Lapa como a maior do Brasil será Nova Olinda, que também será a maior da América Latina, com 292 MWp, chegando a produzir um total de 600 GWh por ano, em um investimento em mais de 300 milhões de dólares. A produção de energia de Nova Olinda pode ser comparada a grandes hidrelétricas, equivalendo ao abastecimento de 250 mil casas.

Há varias outras usinas já em funcionamento no Brasil, mas de menor porte, pois á uma regulamentação que proíbe que qualquer empresa nacional ou internacional instale usinas solares de porte superior a 5 MW, com exceção de usinas que participem do leilão de energia, que libera anualmente, um leilão para empresas que queiram vender energia diretamente para o estado, o menor valor de R\$/MWH ganha o leilão, e assim pode construir uma usina do tamanho que desejar. (VILLALVA, 2015, p. 155).

O único lado negativo de participar dos leilões de energia é que a energia que é comercializada é extremamente barata, fazendo que somente as multinacionais do setor elétrico consigam participar, pois o investimento é de bilhões e o retorno mensal é pequeno.

2.6.1 Usinas solares na América latina

Na América Latina, as usinas estão sendo distribuídas em locais estratégicos para ter uma maior geração de energia de acordo com a radiação do local. Um bom exemplo é a usina denominada Amanhecer, localizada no deserto do Atacama, Chile, mostrado na figura 8, com 100 MWp, demonstrando o potencial das fontes renováveis em criar e elevar o desenvolvimento sustentável para áreas que até então eram consideradas inúteis ou inviáveis para qualquer atividade econômica.

Figura 5: Presidenta do Chile, Michelle Bachelet, inaugural maior usina fotovoltaica da América Latina



Fonte: <http://fotospublicas.com/presidenta-chile-michelle-bachelet-inaugura-maior-usina-fotovoltaica-da-america-latina/>, 2014

2.7 CONDOMÍNIO SOLAR

O condomínio solar é uma usina fotovoltaica que em sua geração solar fotovoltaica que se diferencia somente pelo fato de gerar energia em larga escala e longe do seu local de consumo (COSTA, 2015).

No regime de lei atual embasado na resolução normativa REN 482/2012 e também pela REN 687/2015 qualquer consumidor, tanto pessoa física ou jurídica pode produzir e/ou receber esse tipo de energia, porém á algumas observações a serem feitas, como por exemplo, é restritamente vedado a venda de energia, portanto os integrantes que vão receber a energia devem se juntar para comprar o equipamento, quando é formado um grupo de investidores para comprar o equipamento, é criado uma empresa com um fim específico de gerar energia, mais

conhecido como condomínio solar, sendo que cada um recebe uma quantidade de energia proporcional ao que pagou pelo condomínio (ANEEL, 2015).

Para ser caracterizado como um condomínio solar não é necessário uma potência mínima ou máxima, porém a maioria dos condomínios solares possuem 1 MW, que é capaz de produzir energia elétrica suficiente para mais de 750 residências que tenha um consumo médio de 200 kWh (quilowatt-hora) bem parecido com o projeto mostrado na figura 7. Representa uma quantidade de energia considerável, levando em conta que é uma fonte de energia intermitente (COSTA, 2015).

Figura 6: Usina solar ipê amarelo de minas gerais de 5mw em construção



Fonte: <https://www.cosol.com.br/usina-solar-mg-ipe-amarelo>, 05/2018

2.7.1 Funcionamento dos condomínios solares

Para explicar como são os condomínios solares, é necessário primeiro explicar como é realizado esse processo de produção de energia através da radiação solar. Primeiramente as células fotovoltaicas são feitas por materiais semicondutores (silício) e quando a luz entra em contato, os elétrons são absorvidos. Os elétrons livres são transportados pelo semi condutor de silício até formarem uma diferença de potencial elétrico entre esses materiais semicondutores e são levados para fora da célula solar e então passam por uma fita metálica que transporta os

elétrons livres para os cabos e então já está pronta para distribuir energia. No ato de criar uma área de junção dos materiais, criasse um campo eletro magnético o que ocasiona por uma diferença de potencial elétrico, gerando elétrons livres, porém á um grande desperdício de elétrons nesse momento, cerca de 20% dos elétrons é que se tornam elétrons livres, ou seja, á uma perda de 80% na geração de energia solar fotovoltaica com placas de silício, porém já existem outros materiais utilizados em satélites que tem um rendimento de 33,9%, as células solares usadas no espaço, em geral usam Arsênio e Gálio em sua composição, o que garante maior eficiência na produção de energia elétrica e prolongam a sua vida útil, porém são inviáveis devido ao alto custo desses metais (AZEVEDO, 2016).

O condomínio solar será construído com inversores, painéis fotovoltaicos, transformador de média tensão, cabeamento e estrutura metálica conforme a figura 3 demonstra. Portanto o condomínio deverá trabalhar junto com a concessionária de energia, pois o condomínio tem como finalidade, produzir energia em larga escala e transmitir os kWh gerados mensalmente para os clientes, compensando os kWh produzidos na UC (Unidade Consumidora) do cliente.

Sendo necessário apenas um técnico da concessionária de energia do estado ir até o condomínio uma vez por mês, fazer a leitura do medidor e ratificar os kWh entre os condôminos.

Figura 7: Primeiro condomínio solar de geração distribuída do Brasil



Fonte: <https://www.enel.com.br/pr/historias/a201705-voc-sabe-o-que--um-condomnio-solar.html>, acessado em

05/2018

2.8 IMPLANTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO SOLAR

A implementação de um condomínio solar é complexa e envolve muito dinheiro, tempo e expertise. Por isso todas essas etapas precisam ser feitas com bastante cautela e precisão. Como por exemplo, que para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é importante ferramentas para obtenção de dados confiáveis de irradiação solar do local da instalação. Algumas vezes, dependendo do tipo de instalação, como uma usina solar, pode ser mais prudente realizar medidas no próprio local. A instalação de uma estação solarimétrica poderia ser uma saída viável, próximo ao nível do solo, antes da construção de uma usina solar de grande porte (VILLALVA, 2015).

Esse tipo de obra encontra-se regulado pela Resolução normativa n. 687 de 24 de novembro de 2015, a qual visa promover a geração e distribuição de energia elétrica por meio de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica, conforme item VII do artigo 2º da Resolução Normativa, que aponta essa como uma geração compartilhada, visto que, este tipo de condomínio é formado por união de consumidores de diferentes perfis de consumo dentro de uma determinada área (concessionária), onde cada condôminos adquirirá módulos produtivos que atenda sua demanda específica (residencial, comercial, e/ou industrial) (ANEEL, 2015).

Assim essa resolução trouxe a possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos que gerará energia e que será distribuído entre condôminos, tendo-se percentual a cada consumidor, que são descritos como cotas de créditos que serão compensados de sua fatura de energia.

2.8.1 Identificar o local aonde será feito o empreendimento;

O primeiro passo é observar se o local é rodeado por objetos que possam causar sombra. Se o local for um declive, acredita-se que o recomendado seja um declive virado para o norte, pois assim, não haverá tanta perda de energia, devido ao fato de que para uma melhor captação da luz solar, as placas devem ficar em um ângulo que pegue sol constantemente, e como o nasce no leste e se põe no oeste, o melhor caso seria virar o painel para o norte para que ele consiga captar a radiação tanto no nascer do sol quanto no poente.

Conforme explicou Costa (2015) é preciso que se avaliem as condições prévias do local que será instalado os painéis solares, a fim de identificar possíveis problemas estruturais, limitações de potências em condutores e até mesmo de componentes elétricos. Para isso é fundamental que se tenha em mãos projetos arquitetônicos, estruturais e elétricos do local. Se

não possível, deve-se então buscar a obtenção de fotos e registros áreas como google Earth de satélite, pois é possível através desse recurso norte geográfico, fontes de sombreamento, dimensões de estrutura ou telhado.

É importante também considerar os custos, levando em conta a escolha do local para os campos solares comerciais ou industriais incluem o custo do terreno necessário, o custo de preparação do local e o custo de acesso ao local e às linhas de transmissão (BALFOUR, 2016).

2.8.2 Conexão com a rede

Antes de começar a construção do condomínio solar, é preciso analisar o local aonde será implementado. O principal fator é identificar a rede de transmissão, pois se a rede estiver muito longe, o projeto pode perder a viabilidade. A escolha do local tendo em vista que “o cabeamento trifásico de média ou alta tensão corresponde a R\$120.000,00/ km de rede trifásica construída” (ELETROMART, 2017).

2.8.3 Documentação e projetos necessários para a abertura de um condomínio solar

Os engenheiros elétricos e civis devem dar entrada nos projetos antes mesmo da obra iniciar. É importante que o profissional engenheiro tenha em mãos os projetos como liberação de carga, unifilar e trifilar, assim como planta superior da localização das placas e inversores, e data sheet dos inversores e painéis. Todos esses documentos devem ser entregues a concessionária de energia do estado em que o condomínio será construído. No caso dos projetos da área de engenharia civil, é necessário ainda projetos pluviais, casas dos inversores, Muro e fachada; Planta superior e Projeto da cede do local (BEIGELMAN, 2013).

É necessária inicialmente a realização de execução de levantamento topográfico conforme NBR 13133:1994; assim como obter informações sobre os taludes e encostas no terreno, que possam atingi-lo, coletados in loco; e dados sobre erosões (evoluções preocupantes na formação do solo). Outro aspecto importante é o levantamento de dados geológicos – geotécnicos, realizando investigação do subsolo (Em 2 etapas: preliminar e complementar); e buscar ainda outros dados geológicos e geotécnicos (mapas e fotos aéreas) (VELLOSO; LOPES, 2010).

2.8.4 Implementação da infraestrutura, como estradas, muro e segurança;

É necessário a realização obras visando atender em termos de infraestrutura o local escolhido para implantação da usina fotovoltaica. Normalmente escolhe-se áreas que não apresentam obras, como regiões desérticas, o que requer a realização de terraplanagem e desmatamento. É fundamental a confecção de muro visando proteção da obra e até mesmo de população em geral. É importante projeto que diminua a origem de poeira no local, visto que, esse resíduo pode afetar a geração de energia oriundos das placas (BALFOUR, 2016).

2.8.5 Logística e a compra dos equipamentos;

A logística deverá ser perfeita, para que a compra do equipamento chegue no tempo certo de ser instalado, mas também não pode chegar muito tempo antes, pois senão deverá ser estocado por um longo período, trazendo um certo prejuízo financeiro ao investidor. (BEIGELMAN, 2013).

2.8.6 Instalação dos suportes dos painéis fotovoltaicos de estrutura metálica;

A instalação do condomínio se inicia pela perfuração do solo para que seja concretado a estrutura metálica que irá sustentar os painéis, conforme especificou Villalva (2015), onde reitera que após o período de 30 (trinta) dias de cura do concreto pode-se iniciar o processo de instalação dos painéis fotovoltaicos. É importante que o profissional engenheiro atente-se a posição que os painéis devem ficar sendo normalmente na vertical, pois assim, isso reduz o desperdício de estrutura metálica.

Os painéis fotovoltaicos são colocados em conjuntos “strings” painéis fotovoltaicos, de acordo com a necessidade de tensão média e quantidade de energia necessária para manter um tensão média de até 1000V durante o pico de energia, essa potência é o máximo que o inversor aguenta. Portanto o restante das placas ficam conectadas no inversor em paralelo para que a tensão não ultrapasse 1000 V (BEIGELMAN, 2013).

Os fatores mais importantes na instalação dos módulos são a orientação do modulo FV e a inclinação do painel. O ângulo do módulo FV vai depender de uma série de fatores, incluindo a latitude, as considerações estruturais, a estética e outras questões. Como os conjuntos solares variam sazonalmente, o ângulo de inclinação ideal do FV costuma ser aproximadamente a latitude local com uma faixa de +15 graus ou -15 graus para favorecer o verão ou o inverno, dependendo da aplicação. No entanto, haverá muitas questões não solares que entraram na

discussão. Em uma situação de montagem no solo com um bom programa de *net metering*, você vai querer ficar o mais próximo possível da latitude (BALFOUR, 2016).

A montagem dos conjuntos FV em uma estrutura nem sempre é prática. Uma opção é montar o sistema FV em um poste. A montagem em poste é útil nas áreas rurais onde as estruturas não estão disponíveis ou onde a sombra pode ser um problema. Um sistema FV utilizado para bombear água no meio de um campo pode precisar de um sistema montado em poste. O concreto com vergalhão é a melhor maneira de fixar o poste no solo de modo adequado com base nas condições do solo e do vento. O concreto precisa curar por duas semanas, aproximadamente, antes de o conjunto ser fixado a ele. Determine o tamanho do poste de acordo com o tamanho do sistema instalado. O tamanho do poste para montar conjuntos FV começa aproximadamente no tubo de aço 40 de 2 ½ polegadas de diâmetro e vai até 8 polegadas de diâmetro em tubos categoria 40 ou 80 (BALFOUR, 2016).

2.8.7 Montar a subestação “transformador”;

A montagem do transformador é feita após, os postes já estarem enfiados e com a fiação trifásica já conectada. Após esse processo a concessionária de energia da localidade deve ir ao local para vistoriar as conexões do transformador e então irá ligar o transformador.

2.8.8 Conectar o sistema a rede de transmissão;

Após os processos anteriores (conexão do sistema fotovoltaico a rede), conecta-se então o quadro geral que normalmente é colocado 1 DPS em cada fase e um disjuntor geral de 1600 amperes para aguentar a carga. Essa conexão é realizada por meio de três cabos de 225mm, visando assim suportar carga em caso de usinas de 1 MW (VILLALVA, 2015).

2.8.9 Monitorar a geração de energia diária.

É importante período de monitoramento antes da iniciação da operação e após, visando identificar perdas de energia, normalmente utiliza-se para esse processo câmeras térmicas, termômetro a laser, a qual monitoram o calor emitido pelas placas, e caso constatado qualquer variação, como por exemplo, valor acima de 60°C, deve-se analisar sua conexão e verificar alguma desconexão (VILLALVA, 2015).

2.9 AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS USINAS SOLARES

Usinas solares tem fatores que são tão vantajosas quanto às instalações em cima de telhados e algumas vantagens que abrangem ambas são elas: A vida útil do equipamento é considerável, a garantia das placas é de 25 anos, ou seja, os sistemas irão durar no mínimo 25 anos, mas há sistemas que já ultrapassam 40 anos de funcionamento e que até hoje estão operantes, só irão reduzir a produção de energia, mas irá continuar a produzir energia; Comparado a uma usina de energia hidroelétrica, ela utiliza muito menos espaço, portanto, tem menor impacto ambiental, sendo que a cada metro quadrado da usina solar equivale a cinquenta e seis metros quadrados inundados para gerar energia para as hidroelétricas; A redução do custo de energia em uma residência e comércio é de até 95%, há uma tarifa que é cobrada, mas em grandes indústrias, essa tarifa é irrisória; Há abundância de energia, constante e é gratuita; A instalação do equipamento é simples de ser feito; A manutenção é mínima (limpeza das placas); Produz até 20% mais energia usinas fotovoltaicas instaladas no solo do que placas instaladas em telhados, devido à inclinação perfeita e não ter nem uma interferência para reduzir a geração (sombras). Normalmente produz até 10% a mais de energia, podendo gerar 20% mais se for colocado tracker (rastreador solar) (VILLALVA, 2015).

Porém, é necessário ainda apontar também as desvantagens que as usinas solares podem apresentar. Primeiramente o custo das células solares, devido serem provenientes do silício e que requer escavação de solo para obtenção da matéria. Outro ponto é o tempo necessário para geração energia suficiente para compensar a quantidade utilizada. Outro fator é que a luz solar é um processo diurno, e, portanto, não será uma forma eficaz de armazenamento de energia, visto que, a utilização de baterias ainda demonstra-se custosa. As usinas para oferecer suporte de energia deve ser de grande porte, o que requer utilização de grande área, e isso talvez possa ser um problema. E, por fim, painéis solares não apresentam boa funcionalidade em áreas com nuvens e ar poluído, como no caso de grandes cidades como São Paulo, talvez não apresentasse grande eficácia (VILLALVA, 2015).

2.10 NORMAS E REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA

Ao longo do ano de 2011 houve muitos avanços no setor de energia solar fotovoltaico no Brasil, especialmente com os resultados das discussões geradas pelo Grupo Setorial de Energia Fotovoltaica da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) e

pela comissão de estudos do Comitê Brasileiro de Eletricidade, responsáveis pela elaboração da norma para a conexão de inversores fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

Em 2012 foi aprovado pela ANEEL, à resolução normativa de número 482, que permite a microgeração e mini geração de energia elétrica a partir de fontes de energia alternativas com sistemas de geração distribuída conectados à rede elétrica, obrigado às concessionárias de energia elétrica a se adaptarem para a entrada de sistemas de geração distribuída (ANEEL, 2012).

Quando as barreiras técnicas foram derrubadas, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede, foram disseminados na forma de micro e mini usinas de eletricidade, o que permitiu ampliar a oferta de energia elétrica e ao mesmo tempo contribuir para a manutenção da matriz energética do país (PINTO, 2018).

Inicialmente foi descrito a diminuição do valor por kWh, porém, a proposta não foi compreendida, pois o benefício desse tipo de fornecimento de energia é a longo prazo, e também como suporte devido usinas de energia já não estavam dando conta do fornecimento, portanto as micro gerações (sistemas fotovoltaicos com até 75 KW de potência) e mini gerações (sistemas fotovoltaicos de 75 KW até 5.000 KW de potência) salvou o Brasil por um período (VILLALVA, 2015).

Novembro de 2015 houve uma atualização na norma NR 482, está que aumentou os benefícios de quem tem em seu imóvel um sistema de microgeração ou mini geração fotovoltaico, mas as modificações foram para aumentar a potência de uma usina fotovoltaica, que agora poderá chegar até 5 MW, poderá ser criado condomínios solares, cooperativas de crédito de energia e consórcio, além de facilitar a homologação dos projetos. Em 2016 o Brasil entrou em uma seca, mas o valor da energia já estava muito alto devido à falta de água nas hidroelétricas, o que levou a aumentar o valor da energia por etapas de bandeiras, verde, amarela e vermelha, sendo a vermelha com 2 etapas. Em 2017 o Brasil deu início a leilões de energia renovável para reduzir a necessidade de termoeletricas fornecerem energia ao país (PINTO, 2018).

3 ESTUDO DE CASO

Com a nova norma feita pela ANEEL que ainda era CELG, a Resolução 687/2015 possibilitou que as usinas solares pudessem chegar a 5 MW, possibilitou criar condomínios solares, cooperativas de crédito e consórcios para abastecer várias unidades consumidoras.

Dessa forma pode-se colocar a presente pesquisa refere-se estudo de caso visando analisar viabilidade e critérios técnicos, comerciais e regulatórios quanto a instalação de condomínios fotovoltaicos (COSTA, 2015).

O estudo de caso a seguir, apresenta um projeto de criação de uma usina pela empresa Ecosol Condomínio Solar, sendo que seu funcionamento foi iniciado no mês de março de 2018 e suas obras demoraram cerca de 1 ano, desde o a intenção de compra do terreno até o funcionamento.

3.1 VIABILIDADE DO PROJETO

3.1.1 Estudo técnico

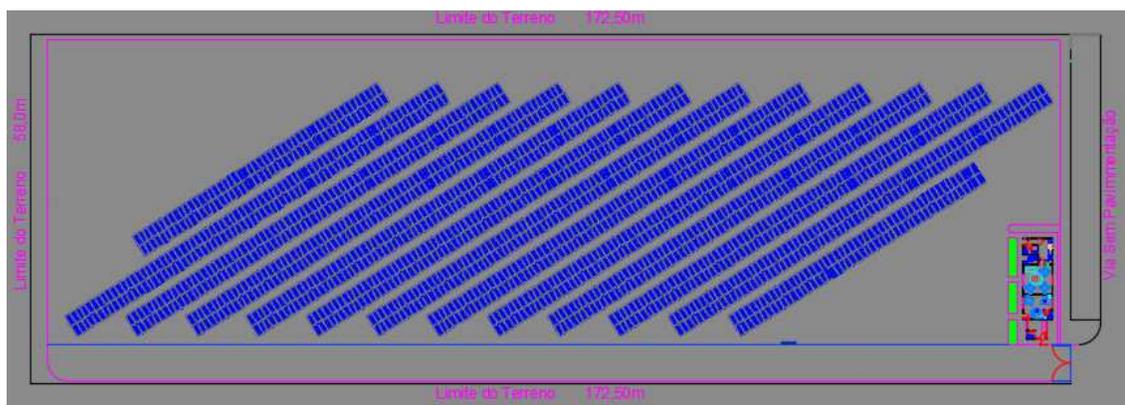
Como todo investimento iniciou com um estudo de viabilidade técnico, financeiro, jurídico e contábil. O primeiro estudo foi o técnico, realizado pela empresa Ecosol Condomínio Solar em 2016, pois poucas pessoas ou empresas já haviam construído uma usina de grande porte no país, apenas no meio do processo que foram aparecendo empresas capacitadas a realizar o projeto, mas então já havia sido comprovado que seria possível montar uma usina solar, dependendo do local e da irradiação do local, seria montado então uma usina de 1 MW, que ocupa uma área de 10.000 metros quadrados e seriam dados de 10 a 15 por cento de desconto para a conta de energia dos condôminos.

Conforme citado no site do portal solar, o local mais indicado é o que tenha uma área aberta com declive menor que 10 graus, irradiação boa, sem nem um prédio ou torre perto e que tenha rede trifásica (PORTAL SOLAR, 2018).

Após essa análise, foi escolhida o terreno que pertencia ao município de Ouro Verde de Goiás, que foi cedido pela prefeitura, com o intuito de criar o centro industrial. O terreno oferecia todos os requisitos exceto um, que era ser uma área plana, mas após refazer os projetos como o que está ilustrando na figura 9, foi identificado que o local ainda sim seria capaz de

possuir um usina fotovoltaica de 1MW, pois o declive estava apontando para o norte, o que é um benefício para a geração de energia.

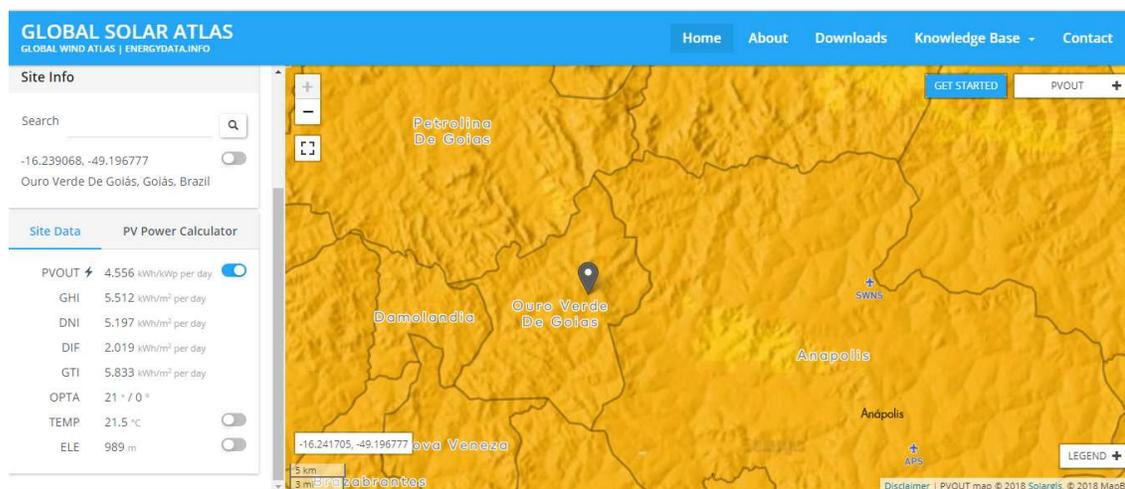
Figura 8: Projeto de locação de estruturas e placas.



Fonte: Empresa Ecosol Condomínio Solar, 2016

Pelo fato de ser um usina solar montada no solo, não teve nem uma preocupação com sombras a não ser a sombra do muro que cerca a própria usina, mas teve a preocupação da radiação, então foi feito um estudo da radiação através do site (GLOBAL SOLAR ATLAS) que será ilustrado da figura de número 10:

Figura 9: Irradiação de Ouro Verde de Goiás



Fonte: <http://globalsolaratlas.info/?c=-15.490739,-45.845947,7&s=-16.2181,-49.1942,05/2018>

Determinou-se que o local possuía estava dentro de um cinturão de radiação, aonde iria gerar mais energia do que maior parte do estado de Goiás e então o técnico foi aprovado.

3.1.2 Viabilidade financeira

O segundo estudo de viabilidade a ser realizado foi o financeiro e será explicado pelas Tabelas 2, 3 e 4. O estudo foi feito e a usina foi estimada em 2,5 milhões de reais, este valor só foi possível pois o dono da empresa já montava usinas menores para vender e então dessa vez como era para uso próprio, não foi colocado o lucro sobre o projeto. A produção anual dessa usina foi estimada em 1.806.750 kWh o que se for passado para reais na tarifa atual de R\$,78 por KWH o valor produzido seria de R\$1.409.265,00. Conforme os economistas pediram o projeto tem um rendimento mensal de 4,698% sendo extremamente viável a sua construção.

Tabela 2: Levantamento de custos

Investimento	Valor
Compra do sistema fotovoltaico	R\$ 2.000.000,00
Subestação	R\$ 200.000,00
Obras civis	R\$ 130.000,00
estrutura metálica	R\$ 170.000,00
Total	R\$ 2.500.000,00

Fonte: Ecosol Condomínio Solar,2017

Tabela 3: Geração de Energia do Condomínio Solar

Geração (MW)	1
placa (watts)	365
Horas de geração	5,5
Perdas	10%
placas (quantidade)	2740
kWh/mês	150.562,50

Fonte: Ecosol Condomínio Solar,2017

Tabela 4: Rendimento do lucro bruto

Rendimento	
Investimento	R\$ 2.500.000,00
Tarifa atual	0,78
Desconto	10%
Rendimento mensal	117.438,75
Rendimento (%)	4,698

Fonte: Ecosol Condomínio Solar,2017

A parte contábil e jurídica é feita ao mesmo tempo, pois é necessário formular um contrato com os condôminos e/ou aluguel dos inquilinos, portanto, como á uma cobrança, é feito a parte contábil.

O estado de Goiás, assim como mais outros 22 estados e o distrito federal, aderiram a REN 687/2015, portanto á uma isenção do ICMS, tanto na geração quanto na transmissão. E dependendo do município escolhido, é dado a isenção de ISS para produtos, serviços e aluguel.

No caso citado, á isenção do ICMS e do ISS, portanto o imposto gira em torno de 10% para o lucro presumido é de 14 % para o simples nacional, sendo então mais lucrativo optar pelo simples nacional (PORTAL SOLAR, 2018).

A partir daí, declarou-se o estudo de viabilidade financeira aprovado e passou para a próxima etapa.

3.1.2.1 Projeção de gastos

Quando foi feito o projeto de viabilidade financeira, foi descoberto que seria necessário efetuar um pagamento mensal para a concessionária de energia, pelo uso da transmissão da rede elétrica, comumente chamado de “demanda contratada”.

A demanda contratada é cobrada em qualquer caso em que a potência instalada passe de 112 kW, e como a usina chega a 1000 KW, ela não estaria de fora, porém á um incentivo do ICMS como foi dito anteriormente, o que torna esse custo de demanda mais barato para usinas fotovoltaicas. O custo da demanda normalmente é de R\$21,00 por KW, porém no caso de usinas fotovoltaicas ela custa R\$11,50 por KW (ENEL GOIAS, 2018). Nesse caso o custo total de demanda ficou em R\$11.500,00 .

Outros gastos fixos mensais são:

- Vigilância 24 horas – R\$2.500,00
- Água e esgoto – R\$100,00
- Internet – R\$150,00
- Telefone– R\$100,00
- Imposto – R\$11.743,87

A previsão total dos gastos foi de R\$26.093,87; tornando o rendimento que antes era de 4,698% em 3,65%, ou seja 1% do retorno mensal do investimento vai para cobrir os gastos com o condomínio solar (ECOSOL CONDOMÍNIO SOLAR, 2018).

Mesmo com os gastos atingindo 27% do rendimento do empreendimento, ficou claro que era uma porcentagem menor do que a esperada (35%) e então o projeto foi aprovado.

3.2 DIMENSIONAMENTO DE PERDAS DE ENERGIA

A perda de energia citada na tabela de número 3, é sempre considerada devido ao fato de que essa perda de energia pode ser ocasionada por vários fatores, como: Má instalação; Dimensionamento equivocado; Temperaturas elevadas; e cabeamento com bitolas mal dimensionadas

Todos esses itens podem causar uma possível perda de energia, mas cada uma tem uma porcentagem que pode afetar a produção de energia, como por exemplo: Má instalação - 10% (porém é descartada quando o sistema é ligado corretamente); Dimensionamento equivocado - 2%; Temperaturas elevadas e inclinação - 12%; Cabeamento com bitolas mal dimensionadas - 7%.

Totalizando em média de 21% de perda

Então após descobrir todas as possíveis perdas de energia, é feito uma conta para saber quantos kWh/m²/dia será gerado, o mesmo que o site Global Solar Atlas fez automaticamente.

Irradiação local = Recurso solar do localouro “Verde de Goiás” x (1 – perda de energia)

Irradiação local = 5,512 x (1 – 21%)

Irradiação local = 4,35 kWh/m²/dia

Em uma usina solar instalada no solo, a perda de energia seria de no máximo 10%, de acordo com estudos em usinas fotovoltaicas instaladas, portanto essa perda de energia seria de:

Irradiação local = Recurso solar do localouro “Verde de Goiás” x (1 – perda de energia)

Irradiação local = 5,512 x (1 – 10%)

Irradiação local = 4,96 kWh/m²/dia

3.3 QUANTIFICAÇÃO

3.3.1 Módulos fotovoltaicos

Como já foi determinado a potência da Usina fotovoltaica “1MW”, então podemos calcular quantos módulos fotovoltaicos serão utilizados. Para fazer esse calculo basta apenas dividir a potência da usina 1 MW, que representa 1.000 kW, pela potência que a placa que vai

ser instalada, lembrando que vale ressaltar que há inúmeros módulos fotovoltaicos e com várias potências, aqui foi utilizado um módulo fotovoltaico de maior potência “conforme exibido na figura 11” para que o espaço fosse bem aproveitado e também em prol do custo benefício.

Número de módulos = Potência de pico instalada / potência dos módulos fotovoltaicos

Número de módulos = 1.000 / (365/1000)

Número de módulos = 2.740 módulos fotovoltaicos de 365 W de potência

Figura 10: KU MAX DUAL CELL 365W CANADIAN SOLAR



Fonte: Canadian Solar, 2018

Obs: A potência da placa é dividida por 1.000 pois a sua potência é em Watts, e a unidade de medida utilizada foi quilowatt, portanto dividimos por 1.000 para deixar na mesma unidade de medida.

3.3.2 Inversor de Tensão

O inversor de um condomínio solar só possui 1 MPPT, que significa “rastreamento do ponto de máxima potência”. Todos os inversores possuem MPPT, o que significa que são preparados para maximizar a potência fornecida pelos painéis, porém, a quantidade de MPPT em uma usina é só uma, pois acreditasse que as placas já estarão perfeitamente colocadas para maximizar a potência do condomínio solar.

O inversor ilustrado na figura de número 12, é calculado de acordo com a potência do sistema instalado, no caso representado, 1.000 kW, porém, não existe um único inversor que seja capaz de atender toda essa demanda sozinho e também não seria recomendado, pois se ele der defeito, toda a usina ficará parada, portanto é recomendado que seja utilizado vários inversores de potência na mesma usina, no mínimo 8 para esse caso.

Para maximizar os inversores é colocar uma quantidade de módulos de exceda em 20% a potência do inversor, para que ele sempre funcione em potência máxima, isso é recomendado pelo próprio fabricante.

Foi escolhido 27 inversores de 25 kW no caso citado, com o acréscimo de 20%, o inversor suporta 30 kW, isso fez com que a produção de energia chegue ao seu pico mais cedo e também que fique no seu máximo até quase escurecer completamente.

A normativa da ANEEL, é bem clara também quando aos inversores on-grid, todos devem ser certificados pelo Inmetro e ter os seguintes sistemas de proteção:

- IEC 62116 – Antilhamento (o sistema é automaticamente desligado quando a rede da concessionária desliga);
- IEC 61727 – Interface com a rede de distribuição
- IEC 61000-3-2 – Distorção Harmônica (deve operar em uma frequência de 60 Hz em outros países a frequência pode ser de 40 Hz á 60 Hz)
- IEC 61000-3-3 – Cintilação

Sem esses certificados nem um usina fotovoltaica poderá entrar em operação. Normalmente o próprio fabricante faz esses procedimentos para conseguir os certificados, porém é extremamente importante conferir antes de comprar qualquer equipamento.

No caso dos inversores utilizados, todos possuem esses requisitos, porém não são certificados pelo Inmetro, pois qualquer inversor de tensão que passe 20 Kw deve ser certificado pela própria concessionária de energia.

Figura 11: Inversor Fronius ECO 25.0-3



Fonte: <http://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid/>, 2018

3.4 CONEXÃO COM A CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA

A determinação de qual inversor, qual módulo fotovoltaico, dimensionar os cabos e disjuntores, é iniciado o projeto unifilar, trifilar, de locação, cópia de instrumento jurídico, todas as unidades consumidoras com os nomes dos seus respectivos proprietários com CPF ou CNPJ, anotação de responsabilidade técnica (ART) e memorial descritivo. Assim que os projetos forem terminados, será encaminhado para a concessionária de energia e irá percorrer o caminho que está sendo ilustrado na figura de número 13, atualmente a concessionária de energia no estado de Goiás é a ENEL GOIÁS.

Sistemas menores de 75 kWp, a concessionária de energia tem até 30 dias para dar o parecer de acesso, ou seja, tem 30 dias para que o projeto seja aprovado e o medidor convencional seja trocado por um medidor bidirecional, que marca tanto o consumo quanto a geração.

Sistemas acima de 75 kWp até 5 MW, o prazo é de 60 dias, devido a maior complexidade do projeto.

Qualquer mudança no projeto entregue para a concessionária, poderá acarretar na reprovação da vistoria e o processo ficará paralisado até que esteja idêntico ao que foi colocado projeto.

Todos os trâmites realizados com a concessionária têm data de validade de 6 meses para ser executado, caso contrário, todo o processo será perdido, e será necessário refazer todo o projeto e entregar novamente os documentos.

Figura 12: Fluxograma da documentação da concessionária de energia



Fonte: <https://www.eneldistribuicao.com.br/go/GeracaoDistribuida.aspx>, 11/05/2018

3.5 ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO

Após dar entrada na documentação do parecer de acesso do condomínio solar, pode ser iniciado a construção, porém há algumas modelos de estrutura que podem gerar mais ou menos energia, que são as estrutura fixadas no solo e o tracker solar, que acompanha o movimento do sol.

As placas que são fixadas em uma estrutura metálica galvanizada a fogo, com vida útil mínima de 25 anos, elas podem ser cravadas no solo ou então concretadas. Podendo também ser mono pé ou bípede, como mostra a figura de número 4.

A questão do mono pé, é que a estrutura pode acompanhar o desnível do terreno e as estruturas bípedes, não conseguem seguir o desnível do terreno, devido a torção, o que torna necessário a terraplanagem do solo, o que eleva o custo da obra.

A cada pórtico instalado (fuste ou pé), é necessário ter uma distância de 3 metros entre um e outro. Podendo ter no máximo um desnível de 15 cm a cada pórtico (em estruturas de mono pé).

Sua instalação deve ser marcada por topógrafo experiente em caso de solos com grandes desníveis para que não ocorra nem um problema de fixação das placas futuramente.

O aterramento desse tipo de estrutura é diretamente ao solo, com uma camada de 10 cm para dentro do solo e sem concretar (abaixo dos 90 cm já concertados), conforme pede o fornecedor.

Quando se trata de um tracker solar (seguidor solar), a instalação é idêntica à estrutura de monope, o que vai mudar é que o eixo da estrutura vai ser um tubo e as placas vão girar em torno do eixo, a fim de manter uma inclinação perfeita de noventa graus com o sol o tempo inteiro.

O lado negativo do tracker solar são:

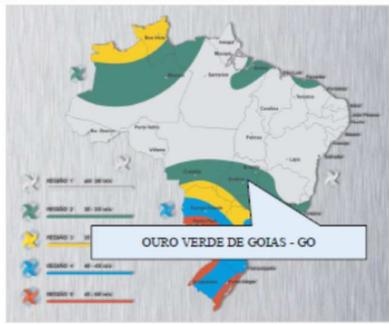
- Alto custo
- Difícil instalação
- Manutenção constante

O lado positivo do tracker solar são:

- Alto rendimento energético e constante
- Ocupa uma área menor do que o a estrutura fixa

Neste estudo foi escolhido a estrutura metálica fixada ao solo, pois é mais barata e possui menos manutenção. Empresas como a Politec fazem o estudo do terreno como nas figuras de número 14 e 15, e já dimensionam as vigas e pórticos necessários para o terreno.

Figura 13: Estrutura metálica utilizada em Ouro Verde de Goiás

 TERMO DE GARANTIA		ESTRUTURA PARA PAINEL FOTOVOLTAICO	
		Data: 05/09/17	
Ambiente: Cidade; estado: OURO VERDE DE GOIAS - GO Localidade: Lat.: 16.215 Long.: 49.18W Velocidade de vento: Isoleta (NBR 6123): 35 m/s classe C-II Características da estrutura: Tipo Estrutura: ESP-35 Fabricante: POLITEC OTC: OTC - 454-17 - rev.05 ISOPLETA: 35m/s (126Km/h) Norma de Solda: ASME IX			
Aço: Material: USI-CVIL-300 Fabricante: Soufer Certificado: 68003; 68004; 68132; 68135; 68136; 68137; 68011; 68012; 68013; 68005; 68006; 68008; 68009 Fabricante do aço: USIMINAS Galvanização: Fabricante: ZTEC Camada média: 73,7 micras Vida útil: 26,6 anos Certificado: 82490; 82590; 82734; 83144; 83379; 83659; 83667; 83886; 84063; 84416			
Politecnaço Industrial Ltda. CNPJ 55.816.441/0001-88 TEL: 11 4204 - 1307		Rodovia Livio Taghianachi Km. 0 Barro Ronda - Araçatiguama - SP CEP 18.147-000	
		Termo de garantia: Garantia dos componentes da estrutura, por um período de 10 anos, para o reparo ou substituição dos mesmos. Exclusões: 1 - A troca de parafusos, perfuração de furos, dobra ou quaisquer outras alterações físicas na estrutura, irá anular a garantia. 2 - Danos devido ao transporte, instalação ou manutenção incorretas. 3 - Danos causados por forças da natureza como: Terremotos; furacões; tornados; enchentes; raios, etc.	

Fonte: Politec Industria de Aço, 2017

Figura 14: Estrutura metálica mono pé concretada no solo



Fonte: Politec Industria de Aço, 2017

3.6 CONSTRUÇÃO DO CONDOMÍNIO SOLAR

A instalação do condomínio se inicia pela perfuração do solo para que seja concretado a estrutura metálica que irá sustentar os painéis. (Energia Solar Fotovoltaica, 2018, pág.151).

Após 30 dias de cura do concreto poderá ser iniciado o processo de instalação dos painéis fotovoltaicos. A posição que os painéis devem ficar, é normalmente na vertical pois assim, isso reduz o desperdício de estrutura metálica.

Os painéis fotovoltaicos são colocados em conjuntos “strings” de 18 painéis fotovoltaicos, para manter um tensão média de até 1000V durante o pico de energia, essa potência é o máximo que o inversor aguenta. Portanto o restante das placas ficam conectadas no inversor em paralelo para que a tensão não ultrapasse 1000 V.

A montagem do transformador é feita após, os postes já estarem enfiçados e com a fiação trifásica já conectada.

A concessionária de energia vai até o local vistoriar as conexões do transformador e então irá ligar o transformador.

A esta altura o sistema fotovoltaico já estará devidamente conectado entre os painéis e o inversor com o quadro geral e a rede já está conectada ao transformador, só falta então conectar o quadro geral que normalmente é colocado 1 DPS em cada fase e um disjuntor geral de 1600 amperes para aguentar a carga.

Figura 15: Fluxograma de etapas de construção do condomínio solar.



Fonte: Ecosol condomínio solar,2017

As primeiras etapas do fluxograma “perfuração” e marcação do terreno ocorre durante os 30 dias iniciais, após esse período já é iniciado a parte da “estrutura metálica e equipamentos” que é citado no fluxograma, que leva em torno de 30 dias para ser realizado, totalizando até o momento 60 dias.

A parte final do projeto é a instalação dos dispositivos elétricos, que são inversores de alta tensão, inversor solar, cabeamento, câmeras de segurança, cerca elétrica e bombas de poço artesiano, tudo isso enquanto o pedido de homologação também já é solicitado, o que demora cerca de 7 dias para ser concluído.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentemente o interesse por fontes alternativas e limpas de energia tem motivado e impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de células fotovoltaicas mais eficientes e baratas. A energia fotovoltaica é uma fonte de geração elétrica limpa e renovável que, por suas características, integra-se muito bem ao meio urbano. Os sistemas fotovoltaicos não produzem ruído nem incluem partes móveis e são facilmente manejáveis como elementos da construção.

O conceito de energia sempre foi o mesmo, porém novas formas de obtê-la foram descobertas com o passar dos séculos e uma delas é a energia solar fotovoltaica, que é uma energia limpa e já está sendo utilizada quase todos os países do mundo. Esse tipo de energia é bastante recente com apenas 50 anos de idade e no Brasil as leis que a regem ainda não estão devidamente regulamentadas ou concretas, mas uma importante mudança foi a possibilidade de poder produzir energia em um local e consumir essa mesma energia em outra localidade, o que antes era vedado apenas para usinas hidroelétricas e termelétricas. As usinas que utilizam a fonte de energia solar são comumente chamadas de usina fotovoltaica, mas somente usinas que irão gerar energia e não consomem a energia que produzem são chamadas de condomínios solares ou fazendas solares. Esse tipo de empreendimento está sendo muito empregado para baratear a energia e os equipamentos já que são comprados em uma maior quantidade. O conceito de Condomínio Solar é a implementação de placas fotovoltaicas em um terreno para gerar energia limpa e sustentável para duas ou mais pessoas/empresas, com intuito de reduzir ou acabar com a conta de energia.

O principal objetivo do condomínio de energia solar é de possibilitar que os membros da sociedade interessados nessa proposta tenham a oportunidade de compartilhar dos benefícios dessa energia, mesmo que eles não tenham acessibilidade ao telhado ou prefiram não instalar painéis solares em sua propriedade. Os participantes do projeto beneficiam-se da eletricidade gerada pelo condomínio que custa menos do que o preço que seria normalmente pago pela energia nas distribuidoras.

Condomínio solar é o mesmo que energia solar compartilhada ou colaborativa, em Português, pois tem vários donos da mesma usina. A configuração jurídica de um condomínio pode ser formatada via cooperativa ou consórcio. São categorias jurídicas referente a formação de entidades legais, não categorias de geração de energia. A Resolução Normativa 687/15 da ANEEL define claramente o autoconsumo remoto e geração compartilhada como formas que possibilitam o modelo de condomínio solar.

Tendo em vista que a instalação de energia solar vem crescendo exponencialmente, a implementação dos condomínios solares crescerá da mesma forma. Sua praticabilidade é viável como foi demonstrado no estudo de caso e mesmo tendo uma pequena fração diante de outras fontes de energia, demonstra que essa energia renovável é viável e que em alguns anos ou meses veremos muitas empresas entrarem nesse ramo. Países de primeiro mundo já estão muito na frente e com isso empresas multinacionais observam o Brasil com bons olhos, pois vem uma oportunidade de crescimento, como a ENEL, que comprou a CELG D, e é detentora das maiores usinas fotovoltaicas na América Latina.

Conclui-se que até mesmo o estado está investindo no setor energético de energias renováveis, pois ele dá a isenção de ICMS e ISS para a geração de energia para condomínios solares e usinas fotovoltaicas.

Do ponto de vista construtivo, os elementos fotovoltaicos devem cumprir uma série de exigências, tais como o aspecto desejado (cor, imagem, tamanho, transparência, etc.), a impermeabilização, a resistência a cargas de vento, a durabilidade e a manutenção, a segurança durante a construção e o uso, e, por fim, o custo.

Para poder dar uma resposta conjunta às necessidades de produção energética e da integração construtiva é fundamental que a opção fotovoltaica se discuta desde o começo do projeto de arquitetura da edificação.

A chave para se alcançar os objetivos de projeto e integrar os módulos fotovoltaicos de maneira efetiva está na multiplicidade de funções e no controle dos parâmetros do rendimento fotovoltaico.

A praticabilidade dos condomínios solares é gigantesca, pois pode atender inúmeros consumidores, até mesmo os que não possuem espaço, o que tornará o empreendimento do condômino mais rentável e sustentável, além de que o investimento fica menor por se tratar de uma aquisição de grande porte, por esse e outros motivos ditos nesta pesquisa que os condomínios solares serão o futuro da energia solar.

Após a conclusão desse estudo o próximo passo é fazer análises quanto a geração de energia que estava prevista, confirmar se as perdas de energia estão condizentes com o que foi colocado no estudo e verificar se a concessionária de energia está repassando os créditos de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. **Resolução normativa n. 482 de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

ANEEL: **Manuais e procedimentos**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/manuais-e-procedimentos>. Acesso em 10 jun 2018.

AZEVEDO, José Genilson. **Geração distribuída: uso da energia solar em condomínio de Edifícios**. Revista Especialize. IPOG. vol 2, n. 11, Julho, 2016.

BALFOUR, John. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BEIGELMAN, Bruno Boaventura. **A energia solar fotovoltaica e a aplicação na usina solar de Tauá**. Projeto. Graduação em Engenharia Elétrica. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Ministério de Estado de Minas e Energia**. Portaria n. 200 de 18 de maio de 2017.

COSTA, Thiago Mendes Germano. Metodologia para projeto de microgeração fotovoltaica. [Dissertação]. **Curso de Pós Graduação em Engenharia Elétrica**. Belo Horizonte, 2015.

DASSI, Jonatan Antonio; ZANIN, Antônio; BAGATINI, Fabiano Marcos; TIBOLA, Ademar; BARICHELO, Rodrigo. **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil**. XXII Congresso Brasileiro de Custos – Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2015

ELETROMART. **Matérias elétricos**. 2017. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/109072744/eletromart-materiais-eletricos-ltda>. Acesso em 11 junho 2018.

ENEL GOIÁS. **Enel inicia construção do maior projeto de energia solar**. 2018. Disponível em: www.revistafatorbrasil.com.br/arquivo.php?id=15. Acesso em 11 jun 2018.

GLOBAL SOLAR ATLAS. Disponível em <http://globalsolaratlas.info/?c=-15.490739,-45.845947,7&s=-16.2181,-49.1942>; Acesso: 26 nov. 2017.

GLOBAL SOLAR ATLAS. **Fotovoltaicas.** 2018. Disponível em: <http://globalsolaratlas.info/?c=-17.434511,-51.943359,5&s=-15.948794,-50.260296>. Acesso em 20 jun 2018.

HINRICHS, Roger A. **Energia e Meio Ambiente.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

IEC 61000-3-2 – **Distorção Harmônica** (deve operar em uma frequência de 60 Hz em outros países a frequência pode ser de 40 Hz á 60 Hz)

IEC 61000-3-3 – Cintilação

IEC 61727 – **Interface com a rede de distribuição**

IEC 62116 – **Antilhamento** (o sistema é automaticamente desligado quando a rede da concessionária desliga);

O GLOBO. **Shell planeja investir US\$ 1 bi ao ano em energia limpa até 2020.** 2018. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/shell-planeja-investir-us-1-bi-ao-ano-em-energia-limpa-ate-2020-21574220#ixzz5I9OABYPZ>. Acesso em 10 jun 2018.

OSOLARBRASIL. **Estados brasileiros aderem a isenção de ICMS no uso de energia renovável.** Disponível em: <https://www.osolarbrasil.com.br/single-post/Estados-brasileiros-aderem-a-isenC3A7C3A3o-de-ICMS-no-uso-de-energia-renovavel>. Acesso em 11 jun 2018.

Photovoltaic Power Station em <https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaic_power_station>. Acesso: 26 nov. 2017.

PINTO, Milton de Oliveira. **Energia elétrica; geração, transmissão e sistemas interligados.** 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

PORTAL SOLAR. **Geração de energia solar distribuída no Brasil: números do mercado e perspectivas.** São Paulo. 28 a 30 de agosto de 2018.

RENEWENERGIA. **Empresa responsável pela instalação da usina fotovoltaica do Chile.** Disponível em <<http://renewenergia.com.br/chile-inaugura-maior-usina-fotovoltaica-da-america-latina/>>. Acesso: 26 nov. 2017.

The Center for Land use Interpretation, 2018 <<http://clui.org/ludb/site/abandoned-solar-power-plant>>. Acesso: 20 out. 2017.

Usina fotovoltaica do Chile em <<https://fotospublicas.com/presidenta-chile-michelle-bachelet-inaugura-maior-usina-fotovoltaica-da-america-latina/>>. Acesso: 20 out. 2017.

VELLOSO, Dirceu Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações.** São Paulo: Saraiva, 2010.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2015.