



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DAVI FERREIRA CHIANCA

ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

ANGICOS/RN

2019

DAVI FERREIRA CHIANCA

ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Multidisciplinar de Angicos-CMA da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA – Campus Angicos para a obtenção do título de bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Me. Leonardo Magalhães Xavier Silva

ANGICOS/RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

CC532 Chianca, Davi Ferreira.
e Energia solar para produção de eletricidade /
Davi Ferreira Chianca. - 2019.
39 f. : il.

Orientador: Leonardo Magalhães Xavier Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Geração de energia. 2. Matriz energética. 3.
Produção fotovoltaica. I. Silva, Leonardo
Magalhães Xavier, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DAVI FERREIRA CHIANCA

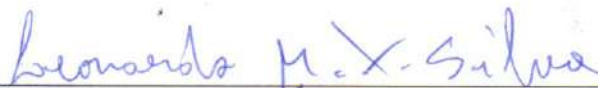
ENERGIA SOLAR PARA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Multidisciplinar de Angicos – CMA
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido
– UFRSA – Campus Angicos para a obtenção
do título de bacharel em Ciência e Tecnologia.

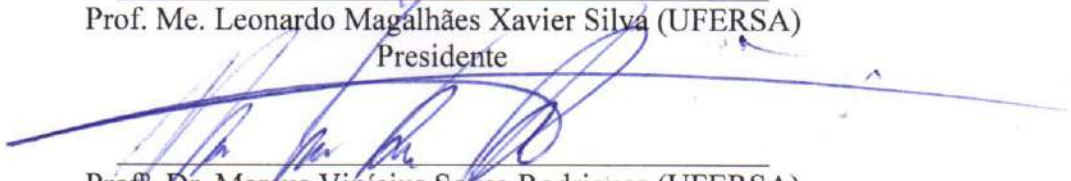
Orientador: Prof. Me. Leonardo Magalhães
Xavier Silva

Defendida em: 13 / 08 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Leonardo Magalhães Xavier Silva (UFRSA)
Presidente



Prof.^o. Dr. Marcus Vinícius Sousa Rodrigues (UFRSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Sileide De Oliveira Ramos (UFRSA)
Membro Examinador

*Dedico esse trabalho a
aqueles que desacreditaram
no meu potencial. O
desgosto deles foi a minha
força.*

*Dedico este trabalho aos meus pais, amigos,
aos familiares em geral e ao orientador do
trabalho, pela ajuda emocional e intelectual
para a construção do trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado a inteligência para que eu pudesse explorar o conhecimento que o universo nos proporciona, a paciência e empenho para redigir esse trabalho e todas as outras tantas formas que ele agiu indiretamente na minha vida.

Aos meus pais, Bernadete e Assis pelo o amor, por sempre me apoiarem e me ajudarem nos meus estudos, mesmo quando esses não sabiam alguns assuntos, me ajudavam indiretamente por meio dos livros dados por eles. Aos meus amigos que fiz ao longo da minha caminhada em Angicos, a todos os servidores e alunos da UFERSA que me dão coragem todos os dias para seguir em frente.

A vida pode ser cruel. Tem sido minha luta, minha batalha pessoal, minha obsessão em fazer as pessoas verem que diferente não é sempre ruim.

Nikki Sixx

RESUMO

A atual conjuntura política e climática demanda da comunidade internacional um esforço no sentido da redução da emissão de gases geradores de efeito estufa. Uma realidade que implica no esforço de substituir as contribuições dos combustíveis fósseis na matriz energética global por fontes renováveis. Dentro desse cenário, por se encontrar majoritariamente em uma região tropical, o Brasil tem disponível, em especial no Rio Grande do Norte, grandes áreas onde a incidência solar é intensa e que, portanto, apresentam um potencial para a geração de energia elétrica sem a necessidade da utilização de combustíveis fósseis. Adicionalmente essa potencialidade contribui para a diversificação da matriz energética com o consequente aumento da segurança energética do país. No presente trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica através de artigos científicos, livros específicos da área, revistas, portais de informação e relatórios de entidades civis e governamentais. Sendo essa metodologia implementada com o objetivo de demonstrar as tecnologias disponíveis para a geração de energia elétrica utilizando fontes fototérmicas e fotovoltaicas, descrevendo o seu funcionamento e apresentando as suas principais vantagens e desvantagens. Através do presente estudo foram compreendidas as principais tecnologias e suas configurações de acordo com a disponibilidade de infraestrutura sendo detectado que a nível nacional e regional as tecnologias predominantes são os módulos fotovoltaicos do tipo *on-grid*. Durante a realização pesquisa detectou-se o interesse de empresas em implementar fábricas de módulos solares na Estado do Rio Grande do Norte resultando num investimento da ordem de R\$ 112 milhões e com o potencial de gerar 1300 novos empregos, enquanto em termos nacionais há uma expectativa que em 2027 alcancemos um total de 1,35 milhões de pessoas sendo atendidas por sistemas de energia fotovoltaica e que o seja alcançada uma geração de 11,9 GW.

Palavras-chave: Geração de energia. Matriz energética. Produção fotovoltaica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Coletor Plano.	17
Figura 2	-	Coletor concentrado	18
Figura 3	–	Sistema tipo calha.	19
Figura 4	–	Receptor tipo prato.....	20
Figura 5	–	Gerador solar tipo torre two.....	21
Figura 6	-	Ilustração de um painel fotovoltaico.....	22
Figura 7	–	Sistema de instalação on-grid	23
Figura 8	–	Fluxograma do sistema fotovoltaico	24
Figura 9	–	Sistema de instalação off-grid.....	25
Figura 10	-	Sistema instalado off-grid	26
Figura 11	-	Sistema híbrido solar + eólica.....	27
Figura 12	-	Compositores modulo fotovoltaico.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	14
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3 REFERENCIAL TEORICO	15
3.1 CONCEITO DE ENERGIA	15
3.2 Energia Limpa	16
3.3 FONTES FOTOTÉRMICAS	17
3.3.1 Coletores Planos	17
3.3.2 Coletor Concentrador	18
3.3.3 Sistema de Calha	19
3.3.4 Sistema tipo Prato	20
3.3.5 Sistema tipo Torre	21
3.4 FONTES FOTOVOLTAICAS	22
3.4.1 Sistema <i>On Grid</i>	23
3.4.2 Sistema <i>Off Grid</i>	24
3.4.3 Sistemas Híbridos	26
3.5 MÓDULO FOTOVOLTAICO	28
3.6 MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL	30
3.6.1 Mundial	30
3.6.2 Brasil	32
3.6.3 Perspectivas para o futuro	33
4 METODOLOGIA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA	35

1 INTRODUÇÃO

A energia desempenha papel fundamental na vida humana ao lado de transportes, telecomunicações e saneamento. A base sobre a qual se sustenta toda ciência é a energia. O homem desde os nossos primeiros antepassados necessitou de meios de energia para sua sobrevivência como o domínio do fogo. Na história do nosso planeta várias formas de geração de energia foram experimentadas, no entanto toda fonte de energia não é perfeita e vem a se tornar problemática, iam sendo substituídas ou complementadas. Como a força muscular é complementada pela madeira e tração animal, e logo mais pela energia das águas e dos ventos, (ALDABÓ; 2016).

No período da Revolução Industrial no ano de 1760 a 1860 veio o carvão que foi complementado e substituído em algumas áreas pelo petróleo, sendo muito utilizado nos dias atuais. A energia elétrica, é uma forma de energia secundária gerada a partir de uma fonte primária. As matrizes energéticas têm se diversificado muito ao longo das últimas décadas e uma delas é a energia solar que é o que iremos discutir. Nos últimos anos vem sendo observado as vantagens em relação a economia com uso de energia solar sem contar os benefícios que tal pode trazer ao meio ambiente. O mercado da energia tendo o sol como fonte primaria, sofreu um considerável aumento devido a conscientização das pessoas principalmente pela queda de preços dos equipamentos, o que resulta em acessibilidade de implantação para população menos favorecidas.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) já informou que o petróleo não está rendendo mais como antes desde 1970, o que nos leva a apostar em fontes alternativas como os painéis solares, a energia solar é a fonte de energia menos poluente e menos finita conhecida até o momento. Disponível para nos desde o surgimento do universo, nossa estrela de fogo nunca foi aproveitada de forma tão eficiente quanto as demais, um sistema de geração de energia limpa, finita e com um retorno financeiro imensurável para a sua capacidade, (ANEEL, 2008).

O Brasil é um país tropical e está situado numa posição geográfica em que a emissão de luz é grande e intensa, em especial na nossa região do Rio grande do Norte em que facilmente podemos presenciar temperaturas que passam os 32 graus Celsius em cidades como Caicó, Mossoró, Angicos e Jucurutu. O potencial de geração de energia nesses locais está acima do padrão nacional e deve ser explorado como forma de retorno financeiro para as famílias e geração de renda para os

empreendedores, (BRASIL, 2000).

2 OBJETIVO

Demonstrar quais os principais sistemas e processos de geração de energia sendo elas fontes fototérmicas ou fotovoltaicas.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Descrever os sistemas fototérmicos e suas aplicações;
- b) Descrever os sistemas fotovoltaicos e suas aplicações;
- c) Apresentar os Sistemas *On-grid* e *Off-grid*;
- d) Apresentar as potencialidades da energia solar no Brasil.

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 CONCEITO DE ENERGIA

Quando se vem à mente o conceito de energia solar, logo pensamos em painéis que conseguem captar a luz proveniente do sol e transformar em energia elétrica e não é à toa que se bem aproveitada é possível suprir a demanda energética mundial, pois a incidência solar no nosso planeta pelo o espaço de tempo de 24 horas é equivalente a energia consumida por 27 anos, (DANTAS, 2007).

No entanto o tema energia solar é bem maior e muito vasto, tendo vários tipos de utilização e de diferentes formas, cada uma com seu proposito específicos. A energia solar tem como base a utilização de três tipos de processos, térmico, elétrico e químico que nos proporcionam vantagens como aquecimento de agua em altas e baixas temperaturas, movimentar o trabalho de maquinas de produção, transformação direta em energia elétrica e até mesmo o ato de fotossíntese da natureza.

A partir da perspectiva elétrica os meios de aproveitamento solar contribuem para uma diversificação do ramo energético trazendo mais estabilidade no fornecimento, eliminando percas e aliviando alimentadores de energia. Olhando pelo aspecto ambientalista é observado uma redução da emissão de gases que prejudicam o efeito estufa, da emissão de partículas de materiais e da utilização de agua nas hidrelétricas. A energia solar proporciona a geração de empregos locais trazendo benefícios socioeconômicos ocasionando aumento de arrecadação monetária e aumento de investimentos (REIS., 2009).

De acordo com o Big Bang não temos ideia de como era o espaço, porem após a explosão foi liberada uma grande quantidade de energia, já nos 10^{-34} s de criação o universo teve uma imensa expansão que causa a formação de matéria, o universo se transforma em uma mistura de fótons, quarks e léptons, com o resfriamento do universo são formados os prótons e nêutrons, esses elementos compõe a matéria presente no universo parte dela se anula com a antimatéria. Seguindo a teoria, a energia está presente desde o momento de criação do universo e segundo Einstein, com a relatividade restrita, a energia está relacionada com a massa pois esta pode ser considerada uma forma de energia.

O conceito de energia mais aceito atualmente é “o trabalho necessário para mover matéria e o calor que flui de amostras de matéria quente para mais frias”, (MILLERJR.,2007).

Ela está presente em várias formas no mundo, como mecânica, calor, química e elétrica, sendo essa última a principal forma de energia no mundo pois ela foi e é fundamental para desenvolvimento tecnológico nos tempos modernos.

Utilizando o conceito de energia, a energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica gerar trabalho. Ela pode ser obtida a partir de outras formas de energia como a mecânica ou a química. Sendo a forma elétrica mais fácil de se transmitir, sendo que no cotidiano ela é transformada novamente, geralmente em mecânica ou em calor, (MILLERJR.,2007).

Segundo Braga *et al.* (2005), a principal fonte de energia da Terra é proveniente do Sol, cerca de 99% da energia térmica utilizada pelos ecossistemas provem dele, o restante da energia consumida pela ecosfera é obtido a partir de outras fontes, as chamadas fontes primárias de energia. Essas fontes primárias podem ser classificadas em renováveis e não-renováveis (BRAGA; 2005).

Uma fonte renovável pode ser classificada como aquela que tem um recurso que se regenera ou se mantém ativos permanente, dentro esses recursos estão o sol, o vento, força das águas, biomassa, entre outros. As fontes não-renováveis são aquelas que se encontram na natureza de forma limitada, caso se esgotem não tem como ser regenerada, exemplos desse tipo de recurso são os combustíveis fósseis e o urânio.

As fontes não-renováveis com exceção da energia nuclear estão associadas ao conceito de energia suja, ela tem esse entendimento pois os combustíveis fósseis atrapalham o ciclo do carbono e poluem a atmosfera, diferente das fontes renováveis que mesmo que causem impacto ambiental não chegam a causar impactos a nível global.

3.2 Energia Limpa

A energia limpa são aquelas fontes que estão relacionadas com as fontes renováveis e também são aquelas que não trazem consequências macroscópicas para o meio ambiente, mas isso não significa que eles não tragam algumas consequências. Dessas fontes podem ser citadas a hidráulica, que utiliza a energia mecânica das águas; eólica, utilizando a força dos ventos; solar, podendo utilizar o calor ou a luz do sol para gerar eletricidade; biomassa, compostos orgânicos como lenha, bagaço de cana e outros; nuclear, utilizando átomos de urânio, mesmo que essa última não seja renovável é considerada uma fonte limpa pois não emite gases que contribuem para o efeito estufa, (ENERGIA LIMPA; 2019).

3.3 FONTES FOTOTÉRMICAS

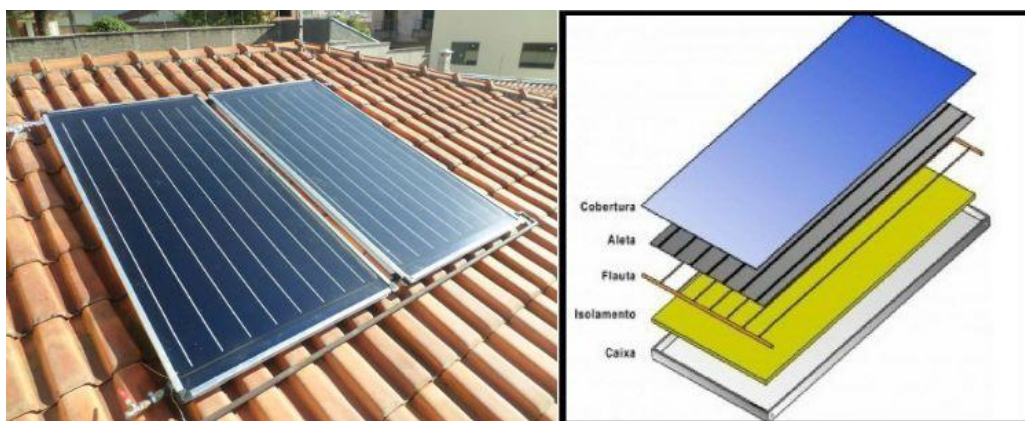
A energia solar fototérmica é um processo que utiliza a concentração dos raios do sol para sistemas de aquecimento residencial e industrial geralmente por espelhos para refletir a radiação sobre um ponto fixo, essa técnica aquece um material específico que alimenta uma turbina e produz eletricidade. Esse tipo de sistema é principalmente utilizado em usinas térmicas pois ela não faz necessidade de utilizar combustíveis fósseis e não renováveis tornando o processo adaptado para sistemas mais convencionais de uma forma mais fácil e com um custo benefício melhor quando comparado aos outros.

Foi apenas em 1980 que a indústria começou a dar valor a esse método pois ela prometeu a redução de custos batendo de frente com usinas de geração de materiais fósseis como o carvão. Os sistemas de calha, prato e torre são exemplos de métodos mais comuns dessa categoria, e a energia se dar através de concentradores como coletores solares e são classificados como planos ou concentradores, (SUÇUARANA, 2019).

3.3.1 Coletores Planos

Os coletores planos (Figura 1) têm a função de aquecimento de água e são comumente vistos em residências, empresas ou áreas de agropecuária.

Figura 1. Coletor plano.



Fonte: Portal Ecycle

Construídos a partir de uma tubulação soldada a uma chapa ambas de cobre. A parte superior chamada de cobertura é tingida de preta para que ocorra uma maior eficiência na absorção de calor, a superfície revestida capta a radiação direta emitida pelo sol e a transforma em energia térmica, (HELIODIN, 2018).

O calor absorvido pela chapa migra para os tubos que contêm água e a aquecem, e em seguida sendo armazenada em um reservatório térmico. Essas placas conseguem suportar temperaturas superiores a 200°C e tem a durabilidade para suportar décadas de exposição ao sol sem sofrer desgaste, (Wolfgang, 2002).

3.3.2 Coletor Concentrador

Os coletores concentradores (Figura 2) são peças mais sofisticadas e que são utilizadas para obtenção de altas temperaturas pois possuem uma maior concentração de raios atingidos e são utilizados em indústrias como aquecedores de grãos e produção de vapor.

Figura 2. Coletor concentrador.



Fonte: Portal Alibaba

Este tipo de coletor capta a radiação incidida pelo sol recebida em uma grande área e a põe focada com ajuda de espelhos em uma superfície menor. Por ele ser projetado para obter altas temperaturas, sua estrutura é um pouco mais robusta e de custo um pouco elevado comparada as outras formas de aquecimento solar, (Wolfgang; 2002).

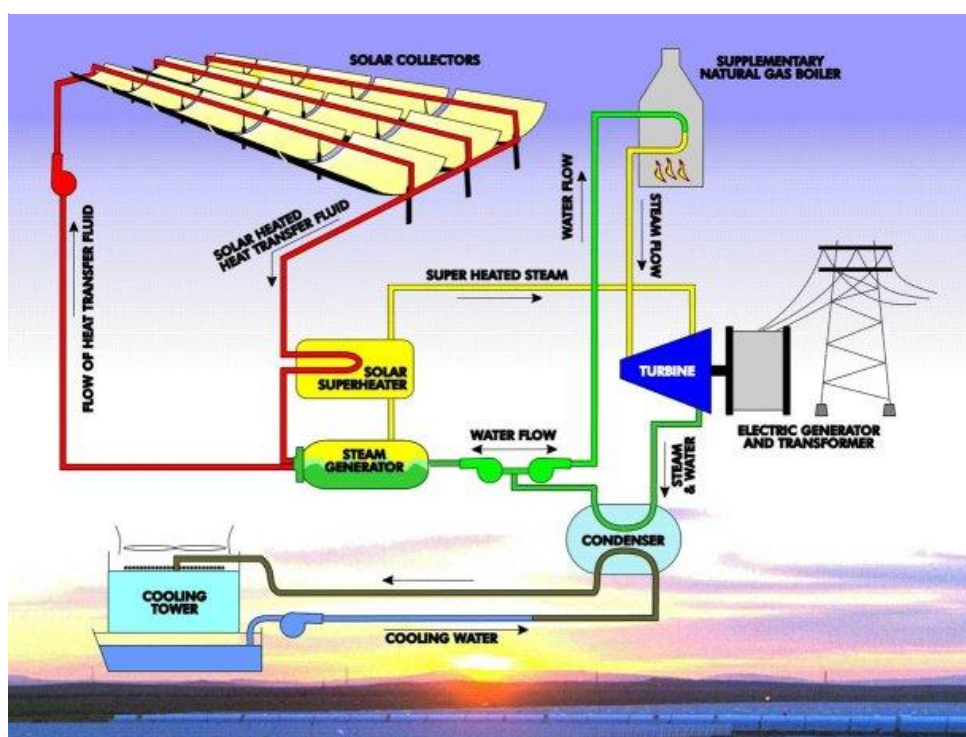
Um fato importante é que os painéis solares concentradores utilizam somente a radiação solar direta e precisam estar constantemente orientados para o sol, isto faz com que a eficiência da máquina seja bem aproveitada. Este tipo sistema possui uma flexibilidade de

movimentação dos espelhos para poder se adequar as melhores condições de radiação dependendo da localização em que o sol se encontra ao decorrer do ano, (MATRAI, 2008).

3.3.3 Sistema de Calha

A radiação produzida pelo sol é projetada de forma concentrada em um receptor que fica posicionado ao longo do centro do aparelho. Ele é composto por um fluido inserido em um duto que se aquece produzindo calor, este calor é utilizado para gerar eletricidade com ajuda de um gerador. O fluido alcança uma temperatura igual ou superior a 390°C e enviado para trocadores de calor inbutidos produzindo vapor de alta temperatura e aciona a turbina geradora de eletricidade (Figura 3) (CUNHA et al, 2014).

Figura 3. Sistema tipo calha.



Fonte: Portal Eco Debate

Um sistema coletor compreende muitos concentradores tipo calha alinhados no sentido norte – sul. Este mecanismo possibilita que a estrutura se movimente e acompanhe a direção do sol geralmente começando do leste até o oeste ao decorrer do dia, otimizando a quantidade de luz direta incidida pelos receptores.

Os sistemas estilo calha mais novos e disponíveis no mercado já incluem armazenamento térmico, eles captam uma parte do fluido superaquecido durante o ciclo para

produzir eletricidade em condições inapropriadas como em dias nublados ou a noite. Devido a área necessária para instalar o coletor, tende a ter um custo maior do que os outros tipos disponíveis.

3.3.4 Sistema tipo Prato

Este sistema comprimi o fluido de trabalho quando está resfriado e em seguida o aquece aumentando o seu volume com o auxílio da turbina ou um pistão. Este processo transforma a energia produzida e converte em eletricidade através de um gerador.

Esse tipo de sistema utiliza dois eixos de movimentação para acompanhar a localização do sol e com uma superfície multifacetada para refletir e focalizar os raios incididos no receptor. A movimentação dos eixos segue os sentidos paralelos, perpendicular e polar terrestre (Figura 4).

Figura 4. Receptor tipo prato.



Fonte: Portal solar

O concentrador emite os raios incidentes em forma de energia e envia para o receptor e em seguida transfere para o fluido do sistema, para diminuir a intensidade do fluxo incidente a superfície de absorção é instalada nas costas do foco do concentrador. No foco podemos encontrar uma abertura para que as perdas por radiação e convecção sejam mínimas.

Existe dois tipos de receptores do sistema prato, o receptor iluminado diretamente, e o receptor indireto. Em razão de ter uma maior capacidade de transferir calor, o primeiro é mais utilizado e pode absorver níveis de fluxo solar em torno de $75\text{W}/\text{cm}^2$ (PALZ, 2002).

3.3.5 Sistema tipo Torre

O sistema tipo torre (Figura 5) é o maior em termos de engenharia e possui uma estrutura bem peculiar. A energia é emitida por uma estrutura rodeada de centenas de espelhos comumente denominados de heliostatos que concentram a energia em um receptor localizado no topo de uma torre em meio aos espelhos, que aquecem o fluido de trabalho contido no receptor, e usado na geração de eletricidade com o auxílio de um gerador a vapor convencional.

O sal derretido possui propriedades de retenção caloríficas por várias horas e é o principal fluido utilizado nesse tipo de sistema, quando ele consegue atingir uma temperatura aproximada de 288°C é transferido de um dos tanques onde está armazenado, passa por mais um processo de aquecimento para atingir 565°C e é enviado para outro tanque de armazenagem. A energia é gerada quando o fluido é transportado para um sistema que produz vapor superaquecido, (COMETTA, 2004).

Figura 5. Gerador solar tipo torre two.



Fonte: Portal Explicatorium

Com o uso de armazenamento térmico, o sistema tipo torre tem o potencial de operar com um fator de 65% de capacidade anual, e sem o armazenamento o sistema cai para um rendimento de apenas 25% do seu fator de capacidade anual. Uma das maiores instalações desse método se encontra no deserto de Mojave no estado da Califórnia e se chama Solar Two

e se deu início no ano de 1997.

3.4 FONTES FOTOVOLTAICAS

Com o aumento expressivo pela procura de implantação desta tecnologia já podemos falar que é o principal método de alto geração de energia, é fato que o sistema fotovoltaico foi um fator importante quando lembramos de acontecimentos como “A corrida espacial” e “A crise energética de 1973”, a célula solar foi e continua sendo o meio com menor custo de geração de energia necessária para a população e em especial para empresas espaciais como fonte energia alternativa para satélites e espaçonaves se tornando uma característica padrão desde décadas passadas e sendo até hoje a principal fonte de geração de energia espacial, (GOMES; 201?).

Segundo Cometta (2004) A conversão de energia direta radiante do sol em energia elétrica só é possível por causa do efeito fotovoltaico. É importante informar que este processo não depende do calor e sim da luz. O efeito fotovoltaico foi citado em 1983 por Edmond Becquerel como uma diferença de potencial elétrico pela interação de um fluxo de energia radiante com a matéria.

A célula fotovoltaica (Figura 6) é o fator fundamental do processo de conversão pois os módulos fotovoltaicos é simplesmente uma união de células fotovoltaicas dispostas em uma estrutura e possibilitam a ação da geração de energia através dos fótons de luz emitidos pelo sol (COMETTA 2004).

Figura 6. Ilustração de um painel fotovoltaico.



Fonte: Portal Solar

3.4.1 Sistema *On Grid*

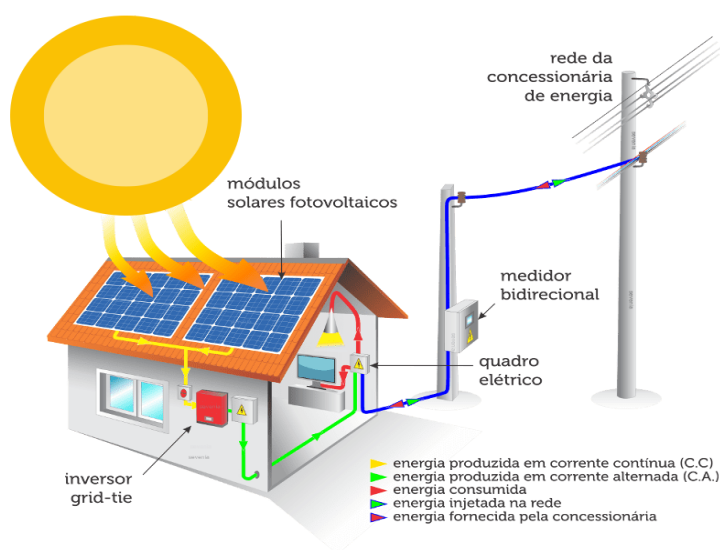
O modo de geração *on-grid* (Figura 7) também pode ser denominado *grid-tie*, o que define este método é sua integração com a rede de distribuição pública que abastece a população, podendo ser utilizado em residências ou empresas. É mais eficiente que o método off-grid por não necessitar de baterias de armazenamento e de controladores de carga energética, ocasionando a redução do seu custo, (ALDABÓ; 2016).

No caso da escolha pelo sistema *on-grid* o inversor necessita de uma atenção mais cuidadosa devido ele converter a energia de corrente contínua em corrente alternada e sincronizar o sistema na rede de energia pública.

Por não obter dispositivo de armazenamento, a energia excedente que foi gerada e não consumida pelo estabelecimento em questão é enviada para a rede pública enriquecendo ainda mais a produção energética do país e fazendo com que as principais geradoras do país não necessitem se sobrecarregar para atender a demanda necessária.

Com isso, o medidor de energia começa a contabilizar no sentido inverso e a energia registrada se transforma em créditos que podem ser utilizados a noite quando não se tem geração de energia a partir das placas, e tem um tempo de 36 meses para se fazer uso da mesma. Desta forma, o local pode utilizar da energia local publica sem necessitar se preocupar com a conta em que a maioria das vezes chega a ser 0 custos, pagando somente em casos em que o consumo de energia for maior do que a geração do local (ECYCLE; 2019).

Figura 7. Sistema de instalação *on-grid*.



Fonte: Universal Automação Oficial

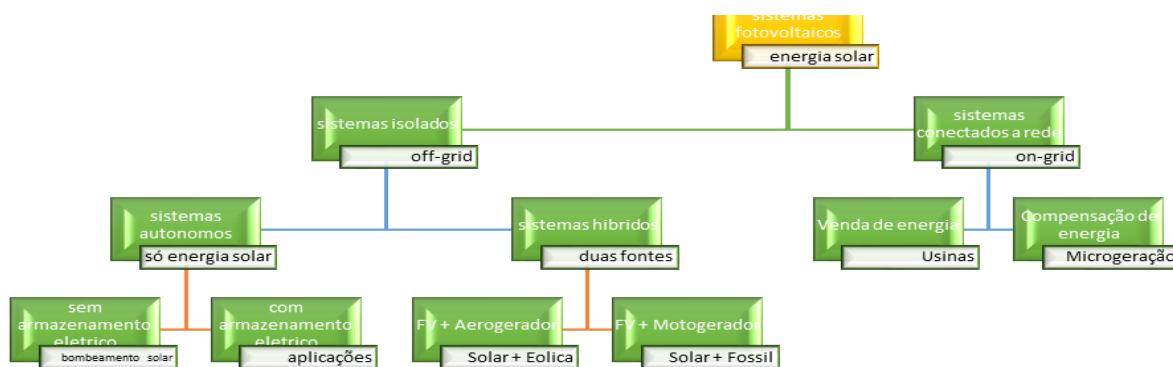
Isto só é possível devido a norma N°482 da Agencia Nacional de Energia Eletrica

(ANNEE) de 17 de abril de 2012 que define o mecanismo de compensação energética. Esta lei também estabelece que os créditos acumulados possam ser utilizados por até 4 locais diferentes desde que os mesmos estejam registrados com o nome do mesmo titular. Depois da implantação dessa resolução, está ficando cada vez mais comum a aplicação residencial, pois agora podemos gerar nossa própria energia elétrica a partir de fontes limpas e renováveis além de receber créditos excedentes, (ANEEL, 2012).

No entanto este processo possui uma desvantagem em relação ao sistema off-grid (Figura 8), pois como a instalação é interligada com a rede elétrica, no caso da ausência de eletricidade o sistema para de funcionar, nesses momentos o inversor interrompe a injeção de eletricidade na rede, não danificando os componentes de produção e retorna com o funcionamento normal após o retorno da energia.

3.4.2 Sistema Off Grid

Figura 8. Fluxograma do sistema fotovoltaico.

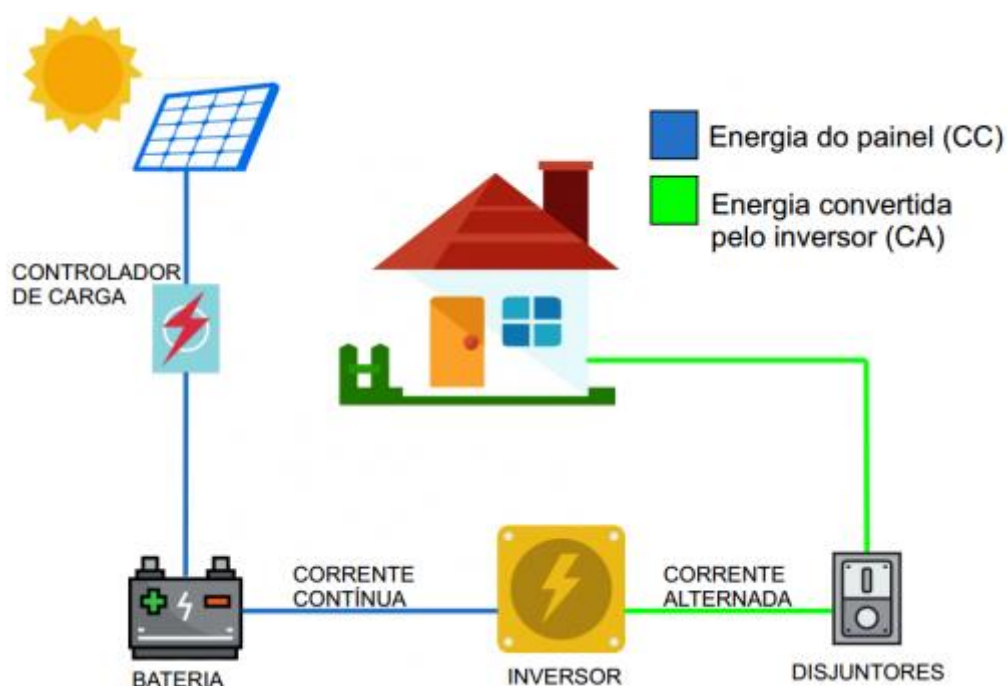


Fonte: Autoria Própria, 2019

Com preços bem maiores que o sistema on-grid, os sistemas isolados (Off-grid) são assinalados por não serem conectados à rede de distribuição pública, eles sustentam-se utilizando baterias especiais para armazenar a energia produzida.

O modelo off-grid (Figura 9) é utilizado e principalmente em locais onde a energia do governo ainda não se faz presente e para certos tipos de necessidades específicas, como, bombeamento de água, eletrificação de cercas em fazendas e campos e etc. A energia gerada é armazenada em grandes baterias, que possibilitam utilizar a energia armazenada em situações em que a incidência de sol esteja fraca e o rendimento não venha suprir a demanda necessitada, como em dias nublados e chuvosos, (IMHOFF., 2007).

Figura 9. Sistema de instalação *off-grid*.



Fonte: Portal Energytec (????)

Em casos em que a energia for excedente ao utilizado, o que sobrar vai diretamente para as baterias de armazenamento e serão utilizadas em momentos em que as placas não estão trabalhando. O uso de deste método não se pode utilizar de forma exagerada a noite pois sua quantidade de energia armazenada é limitada a quanto as baterias conseguiram guardar, (GOMES, 2018).

As baterias são as únicas fontes de energia em momentos de iluminação solar e é preciso dimensiona-las de acordo com as características local e a quantidade energética de luz sobre os módulos. Em consequência é necessário fazer o cálculo de produção energético exato para que seja atendido as condições de localização e clima, e determinar qual a capacidade máxima de armazenamento de energia das baterias, fazendo com que não haja falta de energia no local, (PINHO, 2014).

Estes sistemas são bem flexíveis e podem ser grande ou pequeno porte dependendo das condições necessárias. Os de pequeno porte são aqueles geram energia em pequena escala e ainda assim não utilização da energia convencional. As vantagens pela escolha desse processo são a redução de consumo dos combustíveis fosseis, aumento da disponibilidade de energia, e redução de custos.

Os de pequeno porte são na maioria das vezes utilizados para residências em locais

afastados (Figura 10), antenas de comunicação e monitoramento de radares, elas possuem uma capacidade que pode ir de 1,5kWp até 20kWp (ECYCLE; 2019).

Figura 10. Sistema instalado *off-grid*.



Fonte: Portal Geração Renovavel

Em casos de altas demandas de energia como empreendimentos rurais e estão em difícil conexão com a rede elétrica o mais indicado são os sistemas de grande porte. Em locais que necessitam de uma fonte primária de energia e são afastadas da civilização essa é o melhor investimento devido ter redução da dependência de combustíveis fósseis, diminuição das emissões de gás carbônico, redução de custos com transporte de combustíveis e diminuição de riscos de acidentes. Este recurso é encontrado em abundância em minerações, fazendas, comunidades isoladas e empresas de difícil acesso e podem chegar a uma capacidade energética de 20 MWp (RODRIGUES, 2018).

3.4.3 Sistemas Híbridos

Já é possível conseguir gerar energia a partir de meios renováveis e com aproveitamento de duas fontes primárias diferentes, pois este é o propósito dos sistemas híbridos, em que é possível produzir energia a partir de painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas simultaneamente.

Sistemas híbridos são aqueles que, desconectados da rede convencional apresentam várias fontes de geração de energia como: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos, entre outras. O emprego de várias formas de geração de energia elétrica torna-se complexo quanto a otimização. É necessário estabelecer um controle de todas as fontes para alcançar máxima eficiência na entrega da energia ao usuário.

(Aldabó; 2016, p.108)

Os processos híbridos (Figura 11) são colocados em projetos de médio ou grande porte e beneficiam um número grande de consumidores. O sistema híbrido também exige a necessidade de um inversor pois ele trabalha com cargas de corrente contínua igualmente aos processos anteriores. Em virtude de ser um projeto melhor elaborado, é necessário um estudo específico para cada caso devido à complexidade das opções que o mercado oferta, podendo chegar a ser até 30% mais caros do que sistemas fotovoltaicos de mesma capacidade, (PORTAL SOLAR, 2016).

Figura 11. Sistema híbrido solar + eólico.



Portal: NUPET-UETPR

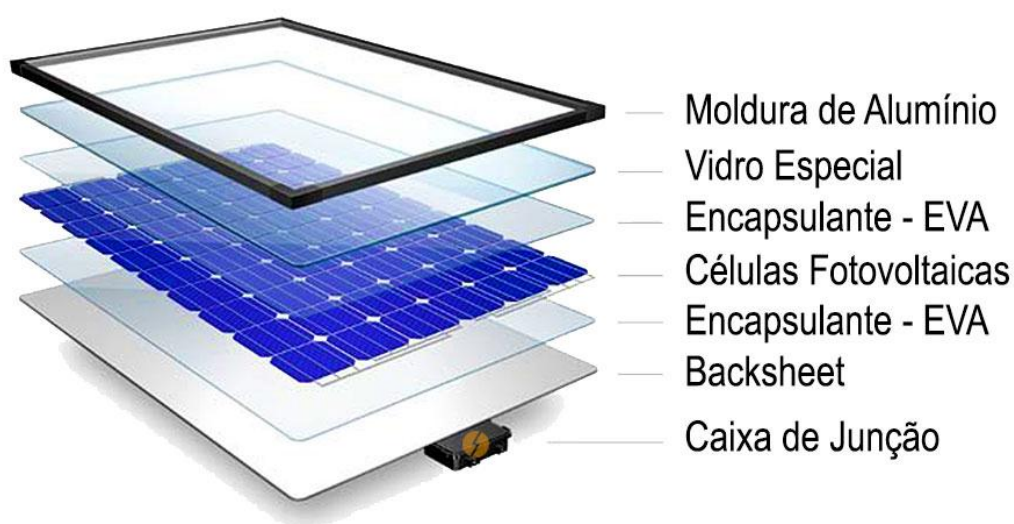
Os sistemas híbridos podem ser bastantes vantajosos em locais onde existem níveis de insolação e ventania frequente, locais onde os ventos sopram constantemente durante a noite e que sejam propícios a esta tecnologia como em praias e campos.

3.5 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Segundo Aldabó (2016), os módulos fotovoltaicos (Figura 12) como já expressado antes são um conjunto de células conectadas de forma a produzir correntes de energia em serie e paralelo, a maioria das células em serie produzem 0,5v; seguindo por esse pensamento um modulo que apresenta 36 células carrega uma tensão operante de 18v sem carga e uma tensão de 12v.

A composição de um modulo fotovoltaico contém uma moldura de alumínio, vidro fotovoltaico, encapsulante-EVA, células fotovoltaicas, *backsheet* e uma caixa de junção.

Figura 12. Compositores módulos fotovoltaicos.



Fonte: Portal Solar

a) Células fotovoltaicas

As células ainda são o fator que fazem com que os painéis ainda tenham um custo um pouco elevado e representam aproximadamente 60% do custo do painel, elas contém uma espessura bem fina de aproximadamente 2mm, são produzidas a partir de uma fatia de cristal de silício que possuem 99,99% de pureza e consequentemente se tornam bem frágeis a rompimento, (SOLAR, 2014).

b) Vidro fotovoltaico

O vidro fotovoltaico não é um tipo comum de vidro, ele é ultrapuro e com um baixo teor de ferro, produzido de vidro temperado com 3,2mm a 4mm revestido com uma substância antirreflexiva projetado para não refletir a luz, o painel apresenta 10% do custo total e os que possuem boa qualidade são capazes de resistir a fortes chuvas de granizo e pedras inesperadas, (SOLAR, 2014).

c) Filme encapsulante

O filme encapsulante é denominado de acetato-vinilo de etileno ou comumente chamado EVA, é um material projetado para os painéis solares e possui uma característica seladora de cura rápida, com tanta incidência de raios diretos é necessário que exista uma proteção, e este é a principal função.

Ela protege as células fotovoltaicas do envelhecimento causado pelos raios UV, temperaturas elevadas e umidade, e ainda assim fornecendo o máximo de luz possível para as células, o seu custo representa 8% da placa, (SOLAR 2014).

d) Backsheet

O Backsheet é o material que vai por trás do painel e sua função é trazer proteção aos materiais internos do painel principalmente as células, e também assume a função de isolante elétrico. Esse material é utilizado com 3 camadas para ter uma maior proteção do produto e se assemelha a um plástico grosso, (SOLAR, 2014).

e) Caixa de junção

A caixa de junção é um aparelho localizado nas costas do painel onde estão localizados as células fotovoltaicas conectadas em série. A caixa de junção é fixada a placa por meio de fitas de silicone ou dupla face, em seu interior encontra-se diodos de by-pass que proporcionam a segurança e o bom funcionamento do modulo. As caixas de junção são a parte onde se faz a conexão de todas as placas implementadas em um local através de seus cabos e conectores especiais, e corresponde a aproximadamente 6% da fabricação das placas, (SOLAR, 2014).

f) Moldura

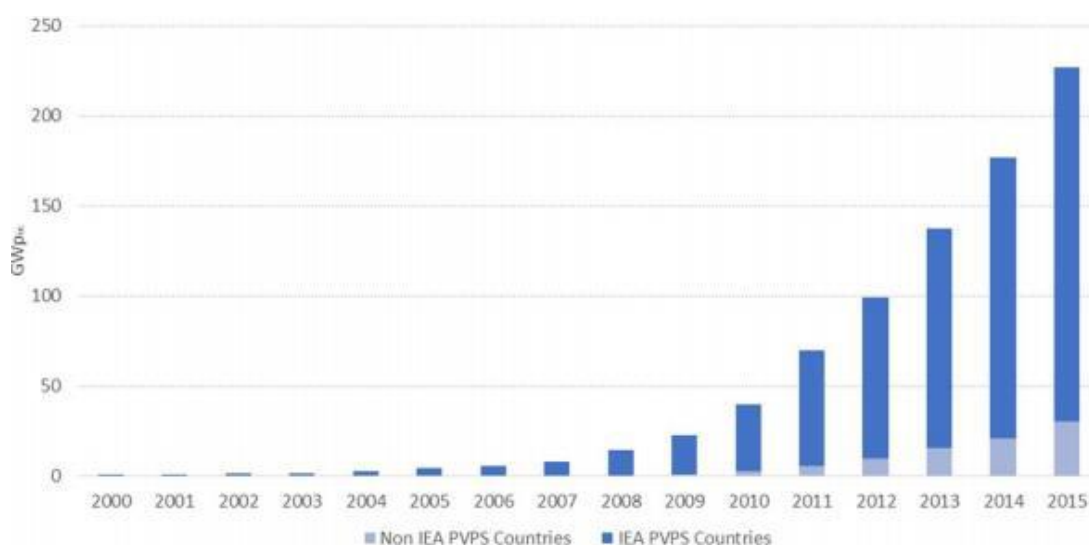
A moldura de alumínio é feita com o alumínio anodizado produzido especialmente para deixar o painel mais robusto e garantir a integridade do material, servindo para proteger o painel no hora da implementação. Por esse fato a espessura da moldura desse ver de 4 cm ou maior e garantir sejam resistentes para durar por muito tempo, o frame do painel custa aproximadamente 8% do custo dele, (SOLAR, 2014).

3.6 MATRIZ ENERGÉTICA

3.6.1 Mundial

De acordo com o mercado fotovoltaico houve uma ascendência significativa nos últimos atingindo no ano de 2015 um total inédito de 227 GWp de acordo as pesquisas do *International Energy Agency* (IEA). Os dados (Gráfico 1) informam que desde 2003 a um crescimento contínuo, sendo que só no ano de 2015 foram instalados 50GW de capacidade energética, isso equivale a 25% a mais em relação ao ano de 2014, (IEA.,2015).

Gráfico 1. Capacidade Energética Mundial.



Fonte: IEA (2015)

A China tem uma política de investimento em geração de energia renovável bem impactante, e em 2015 ela passou a liderar o cenário mundial de energia fotovoltaica, com um

total de 43,5 GWp, e em seguida vem a Alemanha com 39,7 GWp, Japão com 34,4 GWp, EUA com 25,6 GWp, e Itália com 18,9 GWp (Figura 13), (IEA, 2015).

Tabela 1. Top 10 dos Países Geradores de Energia Solar.

1 China	43,5 GW
2 Alemanha	39,7 GW
3 Japão	34,4 GW
4 USA	25,6 GW
5 Itália	18,9 GW
6 UK	8,8 GW
7 França	6,6 GW
8 Espanha	5,4 GW
9 Australia	5,1 GW
10 India	5 GW

Fonte: Adaptado de IEA (2015)

O Brasil apesar de ter um potencial de produção até maior do que alguns que estão no topo, possui apenas 81MWp instalados até o final de 2016. Mesmo assim o Brasil infelizmente ainda não chega nem aos top 20 países em maior produção, no qual todos ultrapassam a escala de 1GW (IEA; 2015).

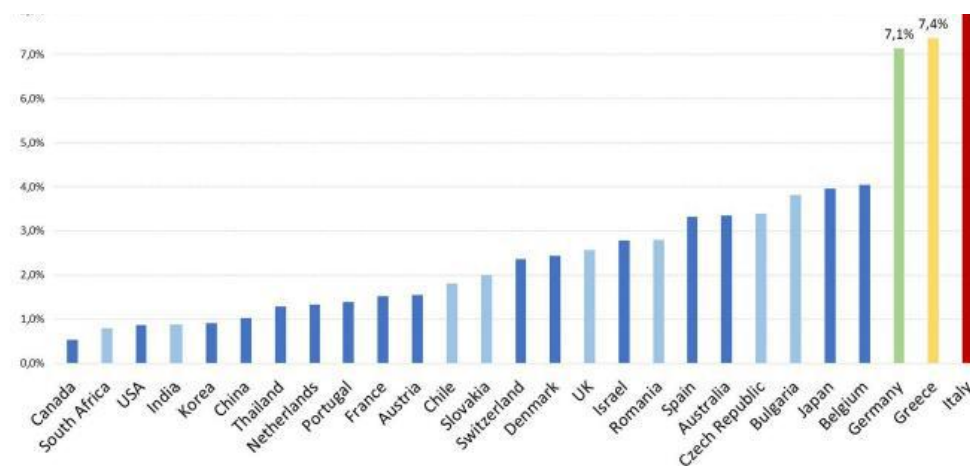
É possível observar uma tendência de crescimento do aproveitamento energético solar ao redor do mundo, onde vemos que os países europeus deixam de ser as referências de incentivo e começamos a observar que os asiáticos como China e Japão estão cada vez mais próximos de obter a independência energética por meio de fontes renováveis.

Um dos pontos para o mercado chinês alavancar foi a quantidade de fabricantes chineses de painéis fotovoltaicos, que ocasionam uma redução nos custos de implantação de geradores. Os demais países asiáticos possuem uma boa quantidade de energia solar instalada, como Coreia com 1 GWp, Taiwan 400 MWp e Paquistão 600 MWp, (IEA; 2015).

Mesmo com o crescimento do continente asiático, o mercado europeu voltou a dar fortes sinais de retorno após ter estagnado por um curto período de tempo. O Reino Unido em 2015 aumentou sua demanda em 3,5 GWp. Já a Alemanha que por muito tempo foi líder mundial apresentou uma decida saindo de 3,3 GWp em 2013 para 1,5 GWp em 2015.

Já nos continentes americanos a líder continua sendo o EUA com um crescimento de 7,3 GWp em 2015. Já na América do Sul o país que mais se destaca é o Chile que apresentam 450 MWp instalados em 2015, (IEA., 2015).

Gráfico 2. Países que utilizam energia solar como principal fonte de geração



Fonte: IEA (2015)

Em alguns países a demanda de energia solar como fonte principal de geração chega a ser bem expressiva. Da para ver (Gráfico 2) que países como Grécia, Alemanha e Itália exigem bastante deste método. Já países como China e EUA, são países líderes de instalação porem a fonte solar não apresenta a devida importância para o atendimento necessário do país, usualmente sendo necessário usufruir de outra fonte de geração, (IEA, 2015)

3.6.2 Brasil

A iniciativa em energia elétrica no Brasil passou a somar US\$6,2 bilhões no ano de 2017, que representa 18% a mais do que no ano anterior. Devido à localização estratégica do país a energia solar é a que mais se destaca em relação aos outros métodos de produção. A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) atingiu recentemente uma eficiência de 1GWp e isso é equivalente a abastecer 500 mil residências no país, energia nova, limpa e sustentável capaz de trazer energia para mais de 2 milhões de pessoas, (Brasil, 2000).

Os projetos fotovoltaicos estão cada vez mais ganhando espaço no mercado brasileiro o que torna um benefício para os fabricantes nacionais e para todos que trabalham na geração de energia solar e hoje já pertencemos a um grupo seletivo dos 30 países que mais implantam energia solar no mundo. O país tem uma grande incidência de insolação direta principalmente

na região nordeste onde estão situadas cidades como Teresina, Caicó e Mossoró que estão classificadas entre as mais quentes do país, (ABSOLAR, 2019).

Cidades mais quentes	Estado	Temperatura
1º Piripiri	PI	39,5°C
2º Caicó	RN	38,8°C
3º Esperantina	PI	38,7°C
4º Jaguaribe	CE	38,5°C
5º Seridó	RN	38,4°C
6º Sobral	CE	38,3°C
7º Picos	PI	38,2°C
8º Iguatu	CE	38,2°C
9º Barra	BA	38,1°C
10º Apodi	RN	38,1°C

Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia (2018)

As cidades do RN (Tabela 2) aparecem frequentemente em listas de maior potencial energético para implantação da tecnologia, trazendo para o mercado novas empresas potenciais e consequentemente oportunidades de emprego e capital para a região. Recentemente uma multinacional chamada *Chint Eletrics* manifestou interesse em começar a produção de módulos fotovoltaicos no estado, trazendo um investimento de R\$112 milhões e uma oferta de 1300 novos empregos, (TRIBUNA, 2012).

3.6.3 Perspectivas para o futuro

Na busca de novas fontes de energia limpa, várias pesquisas estão sendo feitas, na tentativa de obter eletricidade de forma sustentável. Estimasse que em 2027 existira uma quantidade de 1,35 milhão de pessoas que possuam sistema de energia fotovoltaica implantada no Brasil. E a expectativa é que possamos alcançar 11,9 GWp, isso fará com que os preços venham a cair cada vez mais se tornando mais barato os sistemas de implantação. A tecnologia das células fotovoltaicas (MATRIZ, 2019)

4 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho teve como fundamento a revisão bibliográfica envolvendo artigos científicos, livros específicos sobre a energia solar, revistas técnicas do ramo, jornais e portais de informação de entidades civis e governamentais. Os objetos de estudo desta revisão bibliográfica foram as tecnologias para a geração de energia elétrica a partir de métodos fototérmicos e fotovoltaicos. O material pesquisado foi utilizado para descrever de maneira clara e concisa as tecnologias disponíveis, sendo apresentados seus funcionamentos, suas aplicações e sua potencialidade para o desenvolvimento de uma matriz energética mais sustentável.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado por esse trabalho, explicou de forma resumida fatos históricos sobre a evolução da energia utilizada pelo homem, o conceito de energia e de como a mesma apareceu no universo. Foram apresentadas as fontes que podem ser utilizadas para gerar energia na Terra, quase todas elas causadas indiretamente pela radiação solar, sendo elas classificadas em fontes de energia limpa ou energia suja, sendo as fontes limpas renováveis o foco do trabalho. Cada uma dessas fontes precisa de uma usina específica para converter a energia que elas possuem em energia elétricas, todas elas apresentam um gerador que tem funcionamento baseado na lei da indução de Faraday.

Foi exibido como se distribui a matriz energética brasileira apresentando a potência gerada por cada fonte, e quais as perspectivas futuras sobre a energia, as pesquisas feitas sobre novas fontes que possam auxiliar no rendimento energético mundial. Com isso, esse trabalho contribuiu como uma nova alternativa para estudos a serem realizados nesse campo, analisando os tipos de energia, suas contribuições e influências no cotidiano dos que necessitam desse meio desta fonte. Por fim sugerimos que esta alternativa seja estudada e aplicada por outros estudiosos, não só como uma fonte de pesquisa, mas aplicada tanto na área quanto em outras áreas do conhecimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que os sistemas apresentados, tanto fototérmicos como fotovoltaicos podem ser utilizados em um amplo campo de implantação podendo ou não serem ligados ao sistema de distribuição de energia público.

Adicionalmente detectou-se uma maior potencialidade dos sistemas fotovoltaicos *on-grid* para o atendimento das necessidades residenciais. Sendo essa potencialidade devida em especial aos menores custos desse sistema por não prescindir de baterias e pelo menor tempo de retorno do investimento.

Os dados energéticos, em relação a potencialidade, demonstram que ainda há um grande espaço para a contribuição da energia solar na matriz energética brasileira. Sendo demandados mais estudos no sentido de analisar os gargalos que dificultam a disseminação dessa tecnologia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALDABÓ, Ricardo . **Energia Solar**. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2002. 108 p.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília: ANEEL, 2008.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Geração Distribuída Solar Fotovoltaica. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

BRASIL. Presidência da República. Conselho Nacional de Política Energética. **O setor elétrico brasileiro: situação atual e perspectivas**. Brasília: MME, 2000.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. **Energia e Sociedade**. 2014. 10f. Dissertação (Doutorado em Energia) – Instituto de Energia e Ambiente, USP, São Paulo, 2014.

COLETOR plano. Disponível em: <<http://www.newhome.com.br/htmls/ekohome/Solar/T%C3%A9rmico/ColetorPlano.html>>. Acessado em 13 de junho de 2019.

COLETORES solares térmicos. Disponível em: <<https://pt.solar-energia.net/solar-termica/colectores-solares-termicos>>. Acessado em 24 de julho de 2019.

COMETA, Emilio. **Energia Solar Utilização e Empregos Práticos**. 1. Ed. São Paulo: Hemus, 2004. 105 p.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Electo Eduardo Silva; GOMEZ, Edgardo Olivares. **Biomassa para energia**. 1. ed. Campinas: UNICAMP, 2008.

CUNHA , Paula Cordeiro Rodrigues da; SANTOS, Kássia Graciele dos; URIAS, Patrícia Moisés; ARAÚJO, Karla Santos de. PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONCENTRADOR CILÍNDRICO PARABÓLICO PARA AQUECIMENTO DE FLUIDOS. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte/MG, 27 nov. 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/X-018.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2019.

ENERGIA fotovoltaica. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 29 de julho de 2019.

ENERGIA Limpa. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/energia/energia_limpa.htm>. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "**Energia limpa**"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm>>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.

GERAÇÃO solar deve arrecadar R\$25 bilhões. Disponível em: <<http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/geraa-a-o-solar-distribua-da-deve-arrecadar-r-25-bilha-es/451193>>. Acessado em 03 de Agosto de 2019.

GOMES, Alexandre Carlos de Araújo; RODRIGUES, Anderson de Souza; DIAS, Caio Cesar Gomes Soares; DINIZ, Carlos Frederico Dias. **UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE**

GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA HÍBRIDA (OFF GRID E ON GRID) EM CAMINHÕES FRIGORÍFICOS, [S. l.], 20 abr. 2018. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/download>. Acesso em: 22 jul. 2019.

História da Energia. Disponível em: <http://www.edp.com.br/pesquisadores-estudantes/energia/historia-da-energia/Paginas/default.aspx>. Acesso em 20 de julho de 2019.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.

INTERNATIONAL Energy Agency (IEA). **Snapshot of global photovoltaic markets**. Mary Brunisholz, IEA PVPS, 2016.

MATRAI, Bruno Boule. **Projeto e construção de um aquecedor solar concentrador**. 2008. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica. Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2008

MATRIZ Energética. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>. Acesso em: 28 de julho de 2019.

MILLER JR., G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2007. 592 p.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. 1. Ed. São Paulo: Hemus, 2002. 185 p.

PASSO a passo da fabricação do painel solar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/passa-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html>. Acessado em: 13 de junho de 2019.

PORTAL SOLAR. **Mini guia: o que você precisa saber sobre energia híbrida**. São Paulo: [s. n.], 12 ago. 2016. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/mini-guia-o-que-voce-precisa-saber-sobre-energia-hibrida.html>. Acesso em: 13 jul. 2019.

REIS, Edmilson Pedreira dos. **Aquecimento solar utilizando coletor com superfície absorvedora em chapas de forro de PVC**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: UFSC / LABSOLAR, 2004.

SILVA, R. M. **Energia Solar: dos incentivos aos desafios**. Texto para discussão nº 166. Brasília, 2015.

SISTEMAS híbridos de energia solar-eólica. Disponível em: <https://www.guiacasaeficiente.com/Eolico/Hibrido.html>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

SOLAR module production technology at Meyer Burger. Produção: Meyer Burger. [S. l.]: Redbe, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vqAVAhEBEbA&t=100s>. Acesso em: 19 jul. 2019.

TIPOS de sistemas fotovoltaicos: on-grid e off-grid. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3483-sistema-fotovoltaico-painel-solar-estrutura-suporte-inversor-controlador-carga-cabos-baterias-captacao-armazenamento-kit-geracao-energia-eletrica-eletricidade-vantagens-desvantagens-fontes-renovavel-meio-ambiente-sustentavel-onde-comprar.html>>. Acessado em: 25 de julho de 2019.