



Anhanguera

ALLAN CARVALHO DA SILVA

ESTUDO SOBRE ENERGIA SOLAR E SUAS TENDÊNCIAS

Jundiaí
2022

ALLAN CARVALHO DA SILVA

**ESTUDO SOBRE ENERGIA SOLAR E SUAS
TENDÊNCIAS**

Trabalho de conclusão de apresentado a
Instituição, Faculdade Anhanguera de Jundiaí
como requisito parcial para obtenção de graduado
em Curso de Engenharia Elétrica.

Orientador: MARCUS RIGHETTI

ALLAN CARVALHO DA SILVA

ESTUDO SOBRE ENERGIA SOLAR E SUAS TENDÊNCIAS

Trabalho de conclusão de apresentado a Instituição, Faculdade Anhanguera de Jundiaí como requisito parcial para obtenção de graduado em Curso de Engenharia Elétrica.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Esp. Adalberto Catalano

Prof(a). Dr. Herbert R. Nascimento Costa

Prof(a). Me. Marcos Almeida do Amaral

Jundiaí, 05 de dezembro de 2022

SILVA, Allan Carvalho da. Estudo sobre a energia solar e suas tendências. 2022. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2022.

RESUMO

A energia solar é a energia proveniente da luz e do calor do sol, sendo uma fonte alternativa e sustentável que pode ser utilizada tanto para geração de eletricidade (pelos sistemas de energia solar fotovoltaica e heliotérmica) quanto para aquecimento de água (com os aquecedores de energia solar térmica). Com o aumento populacional e a elevação do perfil de consumo dos recursos naturais no mundo, verificou-se a necessidade de debater as questões energéticas e investir em soluções renováveis. Diante da contextualização da problemática, questionou-se a energia solar como fonte energética sendo uma alternativa eficaz, poderia auxiliar a minimizar a crise energética. O objetivo geral conhecer as tendências no mercado nacional, sobre a utilização de energia solar, para produção de energia elétrica e possíveis dificuldades de implantação desse tipo de energia. Diante a realização de pesquisa bibliográfica, nota-se que, mesmo apresentando benefícios e vantagens, a geração de energia solar é pouco explorada, uma vez que o Brasil possuiu uma matriz energética limpa, tendo como principal fonte de energia a hidroelétrica. Há também a possibilidade de se utilizar de sistemas de captação da energia solar para depois utilizá-la. Hoje existem três tipos principais sistema de energia solar: Sistema Solar Térmico, Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termossolar. Além disso, foram avaliadas as tecnologias disponíveis, buscando analisar a melhor configuração de um sistema de geração solar de energia com o objetivo de reduzir as despesas com energia elétrica, contribuindo para a sustentabilidade de tais instalações. Frente as diferentes formas de energia renováveis, já com tecnologias avançadas e por serem consideradas energia mais limpas, vem em uma apresentação crescente de flexibilidade e credibilidade, considerada como uma forma para reduzir o déficit causado pela crescente demanda energética.

PALAVRAS- CHAVES: Energia solar. Energia solar fotovoltaica. Energia solar heliotérmica. Geração.

SILVA, Allan Carvalho da. Estudo sobre a energia solar e suas tendências. 2022. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2022.

ABSTRACT

Solar energy is energy from the light and heat of the sun, being an alternative and sustainable source that can be used both for electricity generation (through photovoltaic and heliothermic solar energy systems) and for water heating (with water heaters). thermal solar energy). With the population increase and the increase in the consumption profile of natural resources in the world, there was a need to discuss energy issues and invest in renewable solutions. Faced with the contextualization of the problem, solar energy was questioned as an energy source, being an effective alternative, it could help to minimize the energy crisis. The general objective is to know the trends in the national market, on the use of solar energy, for the production of electric energy and possible difficulties of implantation of this type of energy. In view of the bibliographic research, it is noted that, even with benefits and advantages, the generation of solar energy is little explored, since Brazil has a clean energy matrix, with hydroelectric power as the main source of energy. There is also the possibility of using systems to capture solar energy and then use it. Today there are three main types of solar energy system: Solar Thermal System, Solar Photovoltaic System and Solar Thermal System. In addition, the available technologies were evaluated, seeking to analyze the best configuration of a solar energy generation system with the objective of reducing electric energy expenses, contributing to the sustainability of such installations. Faced with the different forms of renewable energy, already with advanced technologies and for being considered cleaner energy, it comes in a growing presentation of flexibility and credibility, considered as a way to reduce the deficit caused by the growing energy demand.

KEYWORDS: Solar energy. Photovoltaic solar energy. Heliothermic solar energy. Generation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema simplificado sistema solar térmico.....	14
Figura 2 - Sistema Solar fotovoltaico On Grid	16
Figura 3 - Sistema Solar fotovoltaico Off Grid	16
Figura 4 - Sistema Solar fotovoltaico híbrido	17
Figura 5 - Flutuadores puros	18
Figura 6 - Flutuares com suporte de metal	18
Figura 7 - Sistemas CSP: Calha Parabólica (Esquerda), Torre de Energia (Direita)	19
Figura 8 – Matriz Energética brasileira	22
Figura 9 – Matriz Energética brasileira	23
Figura 10 – Matriz Energética Mundial	25
Figura 11 – Matriz Energética Mundial	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEN Balanço Energético Nacional

PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

RN Resolução Normativa

GD Geração Distribuída

CRESESB Centro de Referência para Energia Solar e eólica Sergio Brito

kW Quilowatt

kWh Quilo watt-hora

kWp Quilowatt-pico

CSP Concentrated Solar Power

FV Efeito Fotovoltaico

MW Megawatt

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

EPE Empresa de Pesquisa Energética

FV Efeito Fotovoltaico

MME Ministério de Minas e Energia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 TIPOS DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR	12
2.1.1 Sistema solar térmico.....	14
2.1.2 Sistema solar fotovoltaico	15
2.1.3 Sistema solar fotovoltaico (usina solar flutuante)	17
2.1.4 Sistemas termossolares (Heliotermica)	19
3. APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO.....	21
3.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL	21
3.2 ENERGIA SOLAR NO MUNDO	23
4. ENERGIA SOLAR: PODE SER UMA ALTERNATIVA PARA FORTALECER E DIVERSIFICAR O ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.	26
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional e com demanda mundial por energia tem trazido desafios constantes. Diversos países buscando o desenvolvimento de tecnologias de geração de energia mais limpas e eficientes, visando minimizar os impactos negativos causados sobre o meio ambiente. A utilização de radiação solar para geração de energia elétrica é uma alternativa que vem para ajudar a minimizar os impactos e para ajudar a economizar água nos reservatórios hídricos.

Neste contexto, encontra-se a necessidade de se garantir uma produção de energia compatível com as necessidades de crescimento econômico de uma forma sustentável, aproveitando os recursos disponíveis, que tenham menor impacto. A utilização de fontes energéticas renováveis como a energia solar, pode ser apresentada como uma resolução para esses problemas, já que são geradas através de fontes inesgotáveis. A energia solar vem crescendo de forma promissora nos últimos anos e é uma das formas de geração de energia elétrica mais acessíveis.

Diante de um cenário de crise hídrica e onde tem-se um custo elevado ao acionar as usinas termoeletricas para suprir a demanda de consumo. Perante isso, o problema de pesquisa deste trabalho, o uso da energia solar como fonte energética é uma alternativa eficaz? a geração de energia elétrica a partir radiação solar é uma realidade que se firmar em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento onde cada vez mais se busca o aprimoramento desta tecnologia para assim torná-la de fato uma fonte de geração de energia elétrica competitiva e de grande interesse para investimento por ser renovável, limpa e viável.

Este trabalho tem como objetivo geral conhecer as tendências no mercado nacional, sobre a utilização de energia solar, para produção de energia elétrica e as possíveis dificuldades de implantação desse tipo de energia. Os objetivos específicos são revisar a literatura existente sobre o uso de energia solar. Descrever sobre o aproveitamento da energia solar no Brasil e no mundo e demonstrar que a energia solar poder ser uma alternativa para fortalecer e diversificar o abastecimento de energia elétrica.

O presente trabalho empregará uma metodologia utilizando a coleta de informações a respeito do tema em questão caracteriza-se enquanto revisão de

literatura qualitativa e descritiva para atingir os objetivos propostos, foca-se principalmente no estudo sobre a viabilidade da energia solar como alternativa eficaz na geração de energia elétrica. Essa atribuição dar-se-á por meio da utilização de publicações realizadas por agentes dos setores energéticos e de energia solar, com base em documentos, sites de bancos de dados, artigos acadêmicos. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos quinze anos. As palavras-chaves utilizadas na busca serão: Energia solar, fotovoltaica, viabilidade, panorama, energia renovável.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O Sol teve seu surgimento há cerca de 4,6 bilhões de anos, como a maior estrela do Sistema Solar, sendo responsável por fenômenos meteorológicos, alterações climáticas e pela fotossíntese, processo do qual todos os seres vivos são dependentes. Sua composição é de 74% hidrogênio e 24% hélio, com a taxa restante formada por oxigênio, carbono e ferro. (PORTAL SOLAR, 2022).

Diferente das fontes convencionais de energia utilizadas, a energia solar é temporalmente intermitente e apresenta uma variabilidade espacial elevada em razão de sua forte relação com condições meteorológicas locais (cobertura de nuvens, concentração de gases atmosféricos, sistemas sinóticos entre outros) e fatores astronômicos associados ao movimento orbital da Terra. Além do potencial disponível, informações confiáveis sobre a variabilidade do recurso são imprescindíveis para dar suporte ao desenvolvimento de projetos para aproveitamento da fonte (ANEEL, 2017).

Segundo o Portal Solar (2022) a origem da energia solar remete-se ao surgimento do Sol, há bilhões de anos, atualmente responsável por atuar como fonte de energia em diversos processos, principalmente na geração de energia solar fotovoltaica, no aquecimento de água, pela energia termossolar e em usinas e parques solares. A energia solar foi descoberta por um físico em 1839, ela era vista como tecnologia futurista. A energia solar, próxima ao que conhecemos hoje, surgiu em 1954 por Russell Shoemaker Ohl, junto ao anúncio da primeira célula fotovoltaica durante uma reunião da National Academy of Sciences, após a descoberta do efeito fotovoltaico e dando início à utilização dos painéis solares em 1958. Russell Ohl foi quem inventou a primeira placa de silício e também foi o primeiro a patentear o sistema fotovoltaico moderno, mais ou menos como conhecemos hoje. No entanto, seu êxito só foi possível graças ao trabalho de Calvin Fuller, Gerald Pearson e Daryl Chapin, cientistas do laboratório Bell Labs. Foi o químico Fuller que desenvolveu, pela primeira vez, o processo de dopagem do silício. Pearson, então, estabilizou as placas de silício a partir de reações químicas produzidas pelo contato de uma junção P-N ou diodo com as placas mergulhadas em lítio, podendo observar um comportamento fotovoltaico nas placas analisadas.

A energia solar é uma fonte alternativa, renovável e sustentável de energia que provém da radiação eletromagnética (luz e calor) vinda diariamente pelo sol (Portal Solar, 2022).

A energia solar é proveniente da luz do sol e obtida através de placas solares, que têm como função colher a energia luminosa e transformá-la em energia térmica ou elétrica. Além disso, esse tipo de energia pode ser obtido nas usinas solares compostas por inúmeros painéis que captam a energia do sol. (NEOSOLAR, 2022).

Segundo Villalva e Gazoli (2012, p.15) o sol é a principal fonte de energia do nosso planeta. A superfície da Terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar, nas formas de luz e calor, suficiente para suprir milhares de vezes as necessidades mundiais durante o mesmo período. Dessa energia o ser humano aproveita uma pequena parcela.

De acordo com PORTAL SOLAR (2022) a energia solar utiliza sistemas passivos e ativos. Nos sistemas passivos aproveitam a energia solar de forma direta, por meio de uma estufa que transfere o calor do sol para o ar, mantendo o ambiente quente, ou mesmo por uma simples janela que permite a entrada de luz. Já os sistemas ativos aproveitam a radiação solar de forma indireta por meio de equipamentos mecânicos e elétricos que transferem ou transformam a energia solar no tipo de energia desejada. Tendo como exemplo, um aquecedor solar, que transfere a energia térmica do sol para aquecer a água, ou um painel fotovoltaico, composto de células solares que convertem a luz do sol em energia elétrica.

Segundo BLUESOL (2022), O aproveitamento artificial da energia solar pode ser feito de três modos: Arquitetura Bioclimática onde, as construções que utilizam de integração arquitetônica para uso da luz ou calor natural do sol. Efeito Fototérmico em que a captação e transferência do calor proveniente da luz do sol para água e outros fluídos e o Efeito Fotovoltaico o qual a conversão direta da luz do sol em energia elétrica através do uso de células fotovoltaicas.

De acordo com o PORTAL SOLAR (2022) há diversas maneiras de utilizar a energia solar, tanto em residências e estabelecimentos, quanto em áreas urbanas. A utilização da energia solar pode trazer economia na conta de luz, além das diversas vantagens ambientais e sociais.

2.1 TIPOS DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR

A energia solar é abundante e pode ser utilizada de diversas maneiras. A forma mais simples de aproveitar essa energia é através de soluções de arquitetura que privilegiem a iluminação solar ou o controle natural da temperatura. Há também a possibilidade de se utilizar de sistemas de captação da energia solar para depois utilizá-la. Hoje existem três tipos principais sistema de energia solar: Sistema Solar Térmico, Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termossolar. Essa energia pode ser aproveitada por diferentes tecnologias, como aquecedores solares, painéis fotovoltaicos e usinas heliotérmicas (ou termossolares). (NEOSOLAR, 2022).

A energia solar fotovoltaica funciona por meio de placas solares que transformam a luz do sol diretamente em energia elétrica; a energia solar térmica utiliza o calor do sol para aquecer água; e a energia heliotérmica usa o calor da radiação para gerar o vapor que alimenta turbinas que geram eletricidade (PORTAL SOLAR, 2022)

O interesse na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma implica não somente em saber como captá-la, mas também com armazena-la. (PINHO, GALDINO, 2014, p. 21).

De acordo com NEOSOLAR (2022) podemos classificar energia solar como qualquer tipo de produção de energia que tenha como base os raios solares, um dos recursos mais abundantes da natureza. Porém, há mais de uma forma de se converter a luz e o calor emitidos pelo sol em energia. Com isso, podemos dizer que há diferentes tipos de energia solar, relacionados às várias tecnologias existentes para essa finalidade.

De acordo com PORTAL SOLAR (2022) existe métodos para obter energia solar, são eles de forma direta ou indireta. No método de obtenção direta, são os que apresentam apenas uma etapa para converter a energia solar no trabalho ou energia desejados pelo homem. Tendo como exemplo: energia solar fotovoltaica, que é a energia elétrica gerada diretamente quando os fótons de luz atingem a célula fotovoltaica. Já o método indireto, são os que precisam de duas ou mais etapas para converter a energia solar ao tipo de energia que deseja utilizar. Um bom exemplo de método indireto é a energia heliotérmica, que utiliza os raios do sol de forma concentrada para aquecer líquidos e gerar vapor, o qual

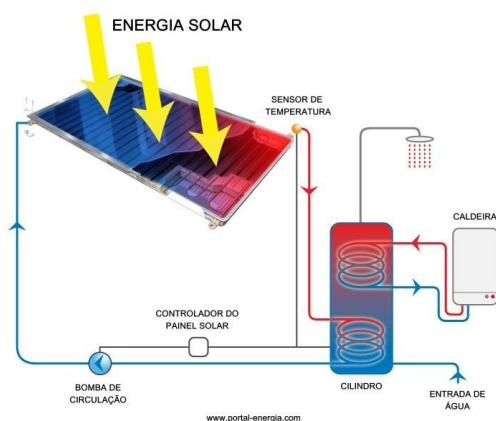
alimenta turbinas que geram energia mecânica para depois convertê-la em energia elétrica.

2.1.1 Sistema solar térmico

O Sistema Solar térmico é a energia captada através de coletores solares, tem como função transferir o calor da radiação solar para água ou óleo que passa por dentro deles para então ser utilizada como fonte de calor (PORTAL SOLAR, 2022).

A água aquecida no painel solar pelos coletores irá seguir por um circuito hidráulico que vai desde o painel, através de tubagem, bombas, válvulas e outros, até ao sistema de captação e armazenamento de água quente (depósito). É aí no depósito que a água que provém do painel solar aquece a fria e depois retorna a fazer o circuito quando a água no coletor solar volta a estar a temperatura alta. (PORTAL ENERGIA, 2022).

Figura 1 - Esquema simplificado sistema solar térmico



Fonte: Portal Energia, (2022)

O sistema solar térmico traz vantagens sendo elas a possibilidade de serem acoplados a sistemas de armazenamento de calor para uso em outros horários, que não coincidem com a incidência solar. Isso traz uma maior flexibilidade no despacho de energia elétrica, em comparação aos sistemas fotovoltaicos, além de maior eficiência no processo de conversão de energia e de uma gama de aplicação mais ampla. Outra vantagem é a possibilidade de integração com outras aplicações que necessitem de energia térmica. (PINHO, GALDINO, 2014, p 49).

2.1.2 Sistema solar fotovoltaico

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta de luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão. (PINHO, GALDINO, 2014, p 50).

A geração de energia fotovoltaica é obtida a partir da conversão da radiação solar que incide no painel fotovoltaico em energia elétrica em corrente contínua. Essa energia pode ser consumida instantaneamente pela demanda da edificação, armazenada em baterias ou transmitida para rede de distribuição local para consumo de outras unidades. PORTAL SOLAR (2022).

Diferentemente dos sistemas solares térmicos, que são empregados para realizar aquecimento ou para produzir eletricidade a partir da energia térmica do Sol, os sistemas fotovoltaicos têm a capacidade de captar diretamente a luz solar e produzir corrente elétrica. Essa corrente é coletada e processada por dispositivos controladores e conversores, podendo ser armazenada em baterias ou utilizada diretamente em sistemas conectados à rede elétrica. (VILLALVA, GAZOLI, 2012, p.34).

De acordo com o PORTAL SOLAR (2022) os sistemas fotovoltaicos, desenvolve a partir de dois principais equipamentos: o painel solar, que transforma a luz em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico e o inversor solar, que adapta a corrente elétrica (de CC para CA) da eletricidade gerada pelo painel para que ela possa ser distribuída, utilizada ou armazenada.

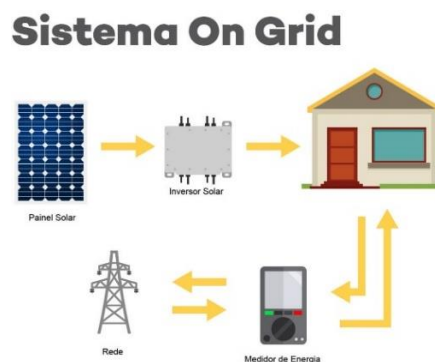
Segundo o PORTAL SOLAR (2022) um sistema fotovoltaico possui quatro itens básicos são eles: Painéis solares que tem o papel de coração, bombeando a energia para o sistema. São dimensionados de acordo com a energia necessária e podem ser um ou mais painéis. Sendo responsáveis por transformar energia solar em eletricidade. Os Controladores de carga operam como válvulas para o sistema. Ajudam para evitar sobrecargas ou descargas exageradas na bateria, aumentando sua vida útil e desempenho. Os Inversores são o Cérebro do sistema, são responsáveis por transformar os 12 V de corrente contínua (CC) das baterias em 110 ou 220 V de corrente alternada (AC), ou outra tensão desejada. No caso de sistemas conectados, também são responsáveis pela sincronia com a rede elétrica e as Baterias, trabalham como pulmões.

Armazenam a energia elétrica para que o sistema possa ser utilizado quando não há sol. (típica dos Sistemas On Grid).

Segundo o NEOSOLAR (2022) encontra-se três tipos de sistemas de energia solar fotovoltaica que, embora gerem eletricidade da mesma forma, funcionam de maneira diferente na forma como lidam com a energia gerada pelo painel, são eles: Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (On Grid ou Grid Tie); Sistemas Fotovoltaicos Isolados da Rede Elétrica ou Autônomos (Off Grid); Sistemas Fotovoltaicos Híbridos (On Grid e Off Grid).

Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (On Grid ou Grid Tie), são sistemas conectados à rede elétrica da distribuidora que permite que você gere a sua própria energia alimentando os aparelhos (cargas) e injetando o excedente na rede gerando créditos de energia. (ASENERGIASOLAR, 2022).

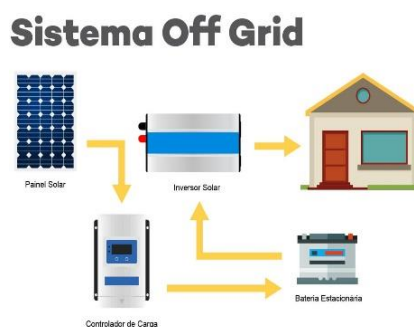
Figura 2 - Sistema Solar fotovoltaico On Grid



Fonte: Neosolar, (2022).

Sistemas Fotovoltaicos Isolados da Rede Elétrica ou Autônomos (Off Grid). São sistemas que não estão conectados à rede elétrica da distribuidora, sistemas isolados que alimentam diretamente os aparelhos (cargas) que vão consumir a energia gerada. (ASENERGIASOLAR, 2022).

Figura 3 - Sistema Solar fotovoltaico Off Grid



Fonte: Neosolar, (2022).

Sistemas Fotovoltaicos Híbridos (On Grid e Off Grid) Os sistemas híbridos de energia solar fotovoltaica são uma mistura de “sistemas isolados” com “sistemas conectados à rede elétrica”. Ou seja, ele é um sistema conectado à rede elétrica, mas, possuem também um banco de baterias para armazenar a energia. (ASENERGIASOLAR, 2022).

Figura 4 - Sistema Solar fotovoltaico híbrido

Sistema Fotovoltaico Híbrido



Fonte: Neosolar, (2022).

2.1.3 Sistema solar fotovoltaico (usina solar flutuante)

De acordo com BLUESOL (2022) uma usina solar flutuante é uma central geradora de energia movida pela luz do sol, assim como uma usina solar em terra, porém instalada sobre a superfície da água. Para isso, é necessário a utilização de flutuadores, que são as estruturas que suportam os módulos (placas) solares sobre a água. Encontra-se dois tipos de configuração de flutuadores em uso no mundo hoje: Flutuadores puros e flutuadores com suporte de metal.

Usinas solares flutuantes são interessantes em locais onde a alta densidade populacional pode tornar o custo de um pedaço de terra extremamente alto ou quando não há terreno adequado para a instalação do tipo tradicional (PORTAL SOLAR, 2022).

A principal diferença entre um sistema solar fotovoltaico convencional (em terra) e uma usina fotovoltaica flutuante (FVF) é a plataforma flutuante (estruturas de suporte para fixação dos módulos fotovoltaicos, cabos e em alguns casos também inversores), juntamente com ancoragem e ancoradouro (EPE, 2022)

As plataformas flutuantes podem ser ancoradas no fundo de reservatórios, lagos ou diretamente na costa mais próxima. Essas âncoras permitem que a planta flutuante seja fixada em um determinado local, permitindo

flexibilidade e jogo suficientes para ajustar sua posição com o movimento da água, das ondas ou marés (BLUESOL, 2022).

Os flutuadores puros são fabricados com plástico reforçado com fibra de vidro, eles são especialmente projetados para receber diretamente as placas.

Figura 5 - Flutuadores puros



Fonte: Bluesol, (2022).

Os flutuares com suporte de metal, utilizam uma base flutuante em conjunto com uma estrutura de suporte de metal, no qual é fixado o módulo. Em ambos os casos, é papel do flutuador manter as placas no ângulo de inclinação ideal para a captação da luz do sol.

Figura 6 - Flutuares com suporte de metal



Fonte: Bluesol, (2022)

O mercado de energia solar fotovoltaica flutuante tende a crescer com o amadurecimento das tecnologias, abrindo uma nova frente para a expansão global de energia renovável e trazendo oportunidades de crescimento para vários países e mercados, especialmente em locais com restrições de terras (EPE, 2022)

2.1.4 Sistemas termossolares (Heliotermica)

Já os sistemas termossolares produzem inicialmente calor, através de um sistema de espelhos (ou concentradores) que, como o nome diz, concentram a radiação solar, e só então transformam esse calor em energia elétrica (NEOSOLAR, 2022).

As plantas heliotérmicas, ou CSP, são caracterizadas pela utilização de um conjunto de espelhos para concentrar a energia solar sobre uma superfície receptora. Os concentradores do tipo Fresnel e calhas parabólicas promovem a concentração da radiação em uma linha focal, enquanto os sistemas do tipo torre central e discos parabólicos promovem a concentração da radiação em um ponto focal.

De acordo com Trisol (2022) na energia heliotérmica, o processo de geração de energia elétrica é indireto. Isso porque, nessa tecnologia, o que é aproveitado não é a energia solar propriamente dita, mas sim o calor do Sol. Esse calor, então, é captado e armazenado, para depois ser transformado em energia solar mecânica e, por fim, em eletricidade.

Figura 7- Sistemas CSP: Calha Parabólica (Esquerda), Torre de Energia (Direita)



Fonte: Trisol, (2022)

Segundo o Portal Solar (2022) a energia termossolar funciona a partir de painéis solares (espelhos, coletores ou heliostatos) que refletem a luz do sol e concentram-na num único ponto. O calor acumulado é usado para aquecer um fluido e o vapor irá movimentar as turbinas, acionando o gerador, que produzirá a energia. Lugares com baixa presença de nuvens, áreas onde bate bastante luz solar e terrenos planos são locais perfeitos para aplicação de um projeto heliotérmico.

Existem muitos parques solares (CSP) no mundo, vários deles na Espanha. Em 2014, foi inaugurada na Califórnia, EUA, a Ivanpah Solar Electric

Generating System, a maior usina até o momento que é quase 4 vezes maior do que a Shams Power Company, em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, inaugurada em 2013 (PORTAL SOLAR, (2022).

Além da geração de eletricidade, a energia termossolar pode suprir a demanda de energia térmica de uma ampla variedade de processos industriais e agrícolas, dentro de muitos países e independente da sua localização geográfica. O consumo final de energia sob forma de calor pelo setor industrial é maior do que o consumo de eletricidade em todo o mundo (SOLAR PAYBACK, 2017).

3. APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO

3.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

Como aponta AMÉRICA DO SOL (2022), o Brasil é um país com grande potencial para geração de energia, pelo fato de receber grandes índices de irradiação e é um dos países que mais produz silício do mundo, material usado para confecção de placas solares, o país é um dos que tem as fontes energéticas mais limpas, com isso o sistema vem para completar a geração de consumo diminuindo as perdas com transmissão.

Segundo Portal Energia (2022) em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

De acordo com a segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no local menos ensolarado do Brasil é possível gerar cerca de 50% mais eletricidades solar do que na região mais ensolarada da Alemanha. O Brasil tem uma das maiores irradiações solares do mundo, com uma incidência média de 4.500 a 6.300 Wh/m² por dia.

De acordo com Atlas Solar (2017) o sistema elétrico brasileiro apresenta-se como sistema essencialmente hidrotérmico de grande porte com forte predominância de usinas hidroelétricas e com múltiplos proprietários, formado pelas empresas das regiões Sul, sudeste, o sistema centro oeste, Nordeste e parte da região Norte. Em maio de 2017, a capacidade total de geração de energia elétrica no Brasil atingiu a marca aproximada de 152 GW com participação das diversas fontes de energia.

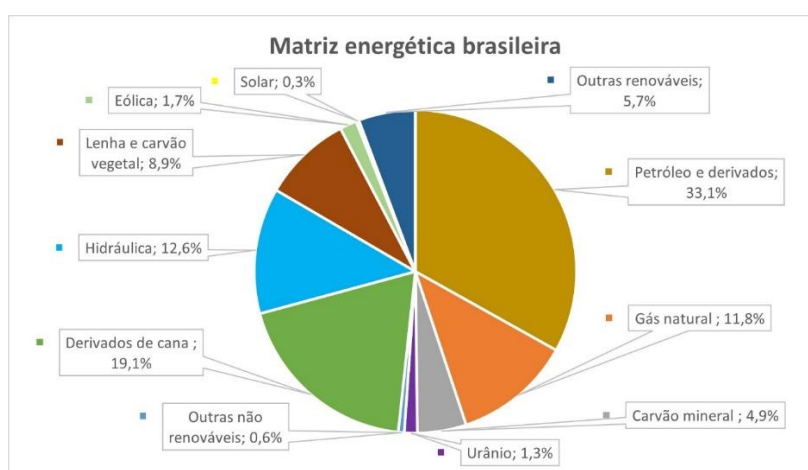
Segundo os dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), o Brasil possui 4,7 GW de potência instalada em usinas solares de geração centralizada, que respondem por uma participação de 2,5% na matriz elétrica do país. Com isso, o Brasil já registra 14,7 GW de capacidade instalada total de energia solar e conta com cenário favorável para novos crescimentos da tecnologia no futuro. Segundo as previsões do governo para o setor elétrico do país, publicadas no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), até 2030, o Brasil deverá registrar uma capacidade instalada total de aproximadamente 22,6

GW de energia solar, sendo 8GW em geração centralizada e 14,6 GW em geração distribuída.

A energia solar fotovoltaica no Brasil é empregada principalmente 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 (VILLALVA, GAZOLI, 2012, p.34).

Segundo o mais recente Balanço Energético Nacional (BEN), divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), a origem da maior parte da matriz energética brasileira ainda está nos recursos não renováveis, especialmente o petróleo e o gás natural. Juntos, eles responderam por 44,9% de toda a oferta interna de energia do país em 2020.

Figura 8 – Matriz Energética brasileira



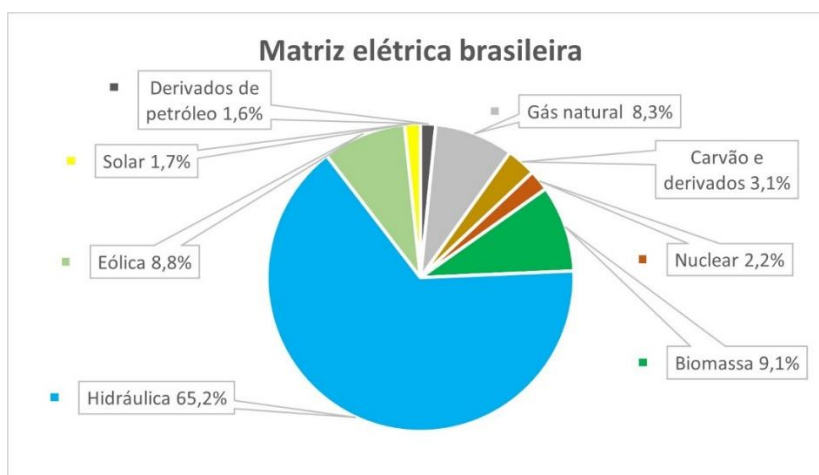
Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN 2021)

Entretanto nos últimos anos esse cenário vem mudando e as fontes renováveis seguem ganhando mais espaço na matriz energética do Brasil, especialmente a energia solar, eólica e a biomassa derivada da cana de açúcar. De 2011 a 2020, a participação das fontes renováveis na matriz energética do Brasil cresceu de 43,6% para 48,4%, enquanto a fatia das fontes não renováveis caiu de 56,4% para 51,6%, segundo o BEN 2021.

Segundo informações da ABSOLAR (2022), embora a fonte contribua atualmente com 0,02% do atendimento à demanda da matriz elétrica brasileira, a projeção de crescimento da fonte indica que até o ano de 2024, este percentual deverá atingir mais de 4%, e até 2030 mais de 8% da demanda nacional.

Segundo a EPE, a matriz elétrica brasileira, em 2020, a matriz elétrica brasileira é uma das mais limpas do mundo, com a maior parte da geração oriunda de fontes de energia alternativas e verdes, como a energia solar. A principal fonte de energia da matriz elétrica do Brasil ainda é a hidráulica, isto é, as usinas hidrelétricas espalhadas pelo país, que responderam por 65,2% de toda a energia elétrica gerada no país em 2020.

Figura 9 – Matriz Energética brasileira



Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN 2021)

De acordo com dados do IPE (2022) as fontes de energia não renováveis ainda predominam na matriz energética do Brasil, com destaque para o petróleo, o gás natural e o carvão. Na parte da energia renovável, as principais fontes são a energia hídrica e a biomassa. No geral, a matriz energética brasileira é composta por 51,6% de fontes não renováveis e 48,4% de fontes renováveis. Assim como no resto do mundo, a demanda por energia tende a crescer a cada ano no Brasil, o que resulta em mudanças na sua matriz energética ao longo do tempo.

3.2 ENERGIA SOLAR NO MUNDO

De acordo Villalva e Gazoli (2012), países como Alemanha, China e Japão, apesar de apresentarem uma condição de insolação bem inferior à do Brasil, avançam no desenvolvimento e utilização da energia solar. A Alemanha é o país que concentra a maior parte da geração fotovoltaica, com capacidade instalada de cerca de 20 GW, representando 4% de toda a eletricidade gerada naquele país.

Segundo dados do Portal Solar o ranking mundial dos 10 países com maior capacidade de energia solar instalada em 2020:

1. China: em um distante primeiro lugar está a China, com cerca de 254 Gigawatts (GW) de capacidade solar fotovoltaica instalada;

2. EUA: em segundo lugar vem os Estados Unidos, que ultrapassou o Japão e registrou a marca de 73,8 GW instalados;

3. Japão: o país ficou no terceiro lugar, com aproximados 68,7 GW de capacidade fotovoltaica instalada;

4. Alemanha: país europeu com maior capacidade instalada de painéis solares, a Alemanha ficou em quarto lugar com cerca de 53,8 GW;

5. Índia: o governo indiano segue investimento alto em energia solar e ficou na quinta posição com uma capacidade instalada aproximada de 39 GW;

6. Itália: a Itália fechou o ano de 2020 com cerca de 21,6 GW de capacidade solar instalada e ficou em sexto lugar;

7. Austrália: o país tem um dos melhores índices de radiação solar e ficou em sétimo no ranking, com pouco mais de 17,3 GW de capacidade;

8. Vietnã: o país, que nem aparecia no ranking mundial em 2019, cravou o oitavo lugar com uma capacidade instalada de 16,5 GW;

9. Coreia do Sul: o país manteve a nona posição, com uma potência instalada de placas solares aproximada de 14,6 GW;

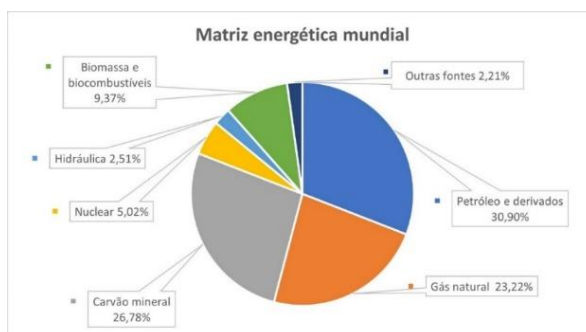
10. Reino Unido: o país foi o que apresentou maior queda em relação ao ano passado, de 3 posições, e ficou no décimo lugar com 13,5 GW instalados.

Segundo Portal Solar (2022) a Bloomberg New Energy Finance (BNEF), fez um levantamento e os investimentos em fontes de energia renováveis totalizaram 303,5 bilhões de dólares em 2020, um aumento de 2% em relação a 2019. O estudo da BNEF aponta que esse crescimento foi resultado da maior expansão já registrada da tecnologia fotovoltaica, fonte renovável que mais cresceu no ano, com novos 132 GW de capacidade instalada.

Segundo os dados mais recentes da Agência Internacional de Energia (IEA), sendo a soma de todos os recursos energéticos utilizados no mundo, a matriz energética mundial ainda é composta principalmente por fontes não renováveis, especialmente o petróleo, carvão mineral e gás natural, grandes emissores de gás carbônico.

De acordo com os dados mais recentes, nos últimos anos, com a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a queda dos preços das energias renováveis, a matriz elétrica mundial segue em uma transição sustentável, especialmente pelo desenvolvimento das energias solar e eólica (EPE, 2022)

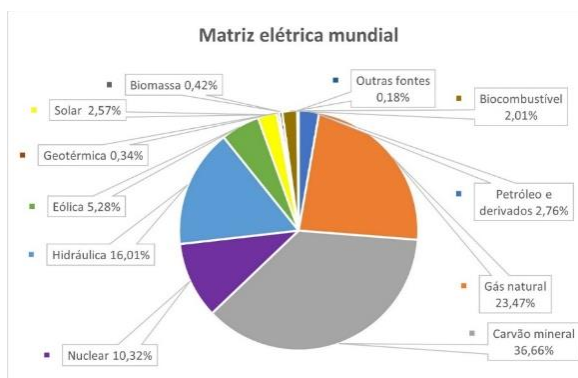
Figura 10 – Matriz Energética Mundial



Fonte: IEA, (2022).

No entanto, a maior parte da geração elétrica no mundo ainda é oriunda de fontes não renováveis e poluentes, principalmente o carvão mineral e o gás natural (EPE, 2022).

Figura 11 – Matriz Energética Mundial



Fonte: IEA, (2022).

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA,2022), a energia solar veio para ficar e é uma das fontes de energia que mais cresce no mundo, o desenvolvimento de tecnologias de fontes renováveis, em particular a energia solar, será “acessíveis, inesgotáveis e limpas”, e ainda que este fato irá “aumentar a segurança energética dos países através da dependência de um recurso endógeno, inesgotável e, principalmente, independente de importação, o que aumentará a sustentabilidade, reduzirá a poluição, reduzirá os custos de mitigação das mudanças climáticas e manterá os preços dos combustíveis fósseis mais baixos.”

4. ENERGIA SOLAR: PODE SER UMA ALTERNATIVA PARA FORTALECER E DIVERSIFICAR O ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Toda instalação para uso da energia solar via térmica ou fotovoltaica passa pela avaliação da demanda de energia térmica ou energia elétrica a ser atendida, segundo um perfil de consumo, por um sistema de conversão de energia solar. (PORTAL SOLAR, 2022).

De acordo com ABSOLAR (2022) a energia solar é considerada das mais promissoras energias renováveis já exploradas. Uma das vantagens observadas na utilização deste tipo de energia é a quase total ausência de poluição. Tem a vantagem de não necessitar de muita manutenção e o tempo de vida é elevada para os módulos. Trata-se de um tipo de energia disponível ao homem desde sempre, no entanto nunca foi aproveitada da melhor forma de maneira a retirar o maior rendimento possível dela.

De acordo com BLUESOL (2022) energia gerada a partir da fonte solar pode ser destinada à comercialização no mercado de energia, como também ser utilizada para o autoconsumo. No primeiro caso, as usinas fotovoltaicas são normalmente de grande porte, sendo a energia gerada destinada ao Ambiente de Contratação Regulado (mercado cativo ou regulado) e/ou ao Ambiente de Contratação Livre (mercado livre de energia). Já no segundo caso, as usinas fotovoltaicas são de pequeno porte, sendo enquadradas como geração distribuída, amparadas atualmente por regras definidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), dentre elas as Resoluções Normativas 482/2012 e 687/2015.

A energia solar, certamente, pode alcançar uma posição de destaque entre as energias renováveis. O potencial de aplicação da energia termossolar no setor industrial, apresenta duas importantes razões: tem a capacidade de cobrir o consumo total ou parcial de energia primária para usos finais e parte significativa do calor consumido no setor industrial está associado a temperaturas baixas ou médias (50°C- 400°C) (VANNONI; BATTISTI; DRIGO, 2008).

De acordo com ALBA ENERGIA (2022) mudar a geração de energia para fontes renováveis é um pilar fundamental dos esforços globais para alcançar a

neutralidade de carbono e promover um futuro com muito mais qualidade de vida a todos.

Segundo BLUESOL (2022) outro caminho para inovação é a melhor integração da energia solar em casas, empresas e demais estabelecimentos através do uso de tecnologias digitais de baixo custo. A energia solar segue para um futuro em que se tornará a fonte mais barata para geração elétrica do mundo, mesmo comparada aos combustíveis fósseis. Por mais que haja muitos desafios que devem surgir de tempos em tempos, suas possibilidades superam em muito os obstáculos em seu início.

Muitos países como o Brasil vêm fazendo a instalação de painéis solares em residências e comércios até as grandes concessionárias de energia envolvidas em grandes projetos de instalação de usinas solares, isso surge como alternativa para diversificar a geração de energia elétrica, tornando o setor cada vez mais competitivo. Isso, é claro, só pode ser uma boa notícia para os consumidores finais pois está forçando as empresas a oferecerem soluções melhores por preços mais competitivos (PORTAL SOLAR, 2022).

O armazenamento de energia promove liberdade e garante autonomia ao prosumidor (consumidor que produz), possibilitando a gestão de consumo durante o horário ponta e de demanda, além de proteção contra falhas na rede e de alterações desfavoráveis nas regras de compensação de energia (BLUESOL, 2022).

Aplicações em projetos de grande porte conectados à rede, poderiam trazer uma variedade de benefícios relevantes como, facilitar o despacho de fontes variáveis (usinas solares e eólicas), gerar receitas adicional no mercado livre (PLD horário), melhorar a qualidade da rede elétrica (serviços ancilares) e otimizar investimentos em redes de transmissão e distribuição (NEOSOLAR, 2022).

De acordo com PORTAL SOLAR (2022), no Brasil, a energia de centrais fotovoltaicas e outras usinas elétricas é injetada e distribuída pelas regiões do país por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Essa tecnologia é a mais usada em grandes projetos de usinas solares pelo mundo, e já é realidade na distribuição de energia para milhões de lares e comércios pelo mundo por meio dos chamados sistemas fotovoltaicos

conectados à rede que integram a geração distribuída de energia (QUANTUM ENERGIA, 2022)

Uma usina solar fotovoltaica, também chamada de parque solar ou central fotovoltaica, é um sistema projetado para transformar em energia elétrica as radiações eletromagnéticas emitidas pelo sol. Trata-se, portanto, de um dos meios mais eficazes de obter energia ecológica sem gerar poluição e sem causar danos ao meio ambiente. (QUANTUM ENERGIA, 2022)

Além disso, existe a geração de créditos de energia traz diversos benefícios, a energia solar ainda gera créditos e reduz a conta de luz do consumidor final. A energia excedente gerada em uma unidade fotovoltaica, produz créditos de energia solar, ou seja, a energia que não for utilizada no imóvel retornará para a concessionária, transformando-se em créditos de energia solar (PORTAL SOLAR, 2022)

O parque solar basicamente, é um complexo de placas solares, sendo um sistema de grande porte, ou seja, acima de 75kwp de potência. O parque solar é utilizado para gerar uma grande produção de energia elétrica e, posteriormente, distribuir essa energia em alta tensão através de redes de transmissões para diversos consumidores. A maioria dos parques solares que se enquadram na mini geração no Brasil, são construídos sobre o solo ou sobre a cobertura de alguma edificação já existente. Por fim por meio das concessionárias, a energia é fornecida para as residências, comércios, e outras unidades consumidoras (INSTITUTO SOLAR, 2020)

O mercado do parque solar se desenvolveu consideravelmente no Brasil nos últimos anos. Além de ter como base uma fonte inesgotável e um apelo sustentável, a solução é considerada cada vez mais competitiva, pois possui baixos custos de manutenção, alta produtividade e vida útil longa, compensando o investimento inicial (SELTEC BRASIL, 2022)

A maioria das usinas de energia solar no mundo é construída sobre o solo, mas os projetos flutuantes sobre lagos e reservatórios vêm ganhando espaço. Geralmente, as estruturas de fixação dos painéis solares são fixas, mas existem também os chamados trackers (seguidores), sistemas que vão alternando a posição dos painéis de acordo com o deslocamento do sol para que eles estejam sempre em posição otimizada para a captação da luz (PORTAL SOLAR, 2022).

De acordo com CANAL SOLAR (2022) dentro da indústria fotovoltaica, um novo ramo de rápido crescimento surgiu na forma de sistemas flutuantes. A redução do uso de terras é o principal atrativo da energia solar flutuante, possibilitando a expansão imobiliária ou o uso de terras para a agricultura. Esses tipos de usinas solares fornecem um novo cenário para as energias renováveis, o que possibilitaria a certos países um mix de energia de mais limpo e com menor impacto ambiental, enquanto se beneficiam de superfícies ociosas.

Embora as usinas montadas em sistema de rastreamento aumentem a produção de energia elétrica, também aumentam os custos de operação e manutenção do projeto (BLUESOL, 2022).

A vantagem do parque solar, assim como o sistema fotovoltaico, está ligada ao fato de poder ser utilizada para a geração de eletricidade em residências, comércios, indústrias e propriedades rurais, além de ser uma fonte de energia renovável. (SETELC BRASIL, 2022).

A usina de energia termossolar funciona com um processo de duas etapas: concentração de energia térmica por meio de campo solar e geração de energia elétrica num processo quase convencional (PORTAL SOLAR, 2022).

Ao contrário dos sistemas fotovoltaicos, a tecnologia heliotérmica está limitada aos grandes projetos centralizados devido à maior complexidade na construção e operação dos projetos (PORTAL SOLAR, 2022).

De acordo com NEOSOLAR (2022) diferente de outros tipos de energia, a energia heliotérmica pode ser incorporada num armazenamento térmico. Isso quer dizer que uma parte da energia solar pode ser guardada em forma de calor e quando o sol gera mais energia do que a usina é capaz de utilizar, uma parte pode ser estocada num depósito térmico separado.

Junto a sua flexibilidade de projetos e facilidade de instalação, todos esses fatores continuarão fazendo com que o número de instalações solares cresça pela próxima década no mundo. Futuramente, a energia solar representará uma parcela considerável da matriz energética em todo o mundo. BLUESOL (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as atuais fontes de energia disponíveis a energia solar apresenta um bom potencial quando comparado a energia provenientes de combustíveis fósseis ou de origem nuclear. Por permitir a possibilidade de ser gerada no ponto de utilização não é preciso grandes investimentos em sistemas de transmissão e o Brasil possui uma boa incidência solar em grande parte do seu território durante todo o ano. É importante o investimento em formas de conscientização da população destas formas de energia, e modo que a população venha a entender suas vantagens e desvantagens, bem como os benefícios que podem ser alcançados com a implantação deste tipo de sistema.

Dentro desse contexto, nota-se que a geração de energia solar, em contrapartida ainda é pouco explorada, uma vez que o Brasil sempre possuiu uma matriz energética limpa, tendo como principal fonte de energia a hidroelétrica e que a geração de energia por meio da conversão fotovoltaica vinha se mostrando uma forma extremamente custosa de se obter energia. Quando se compara o Brasil com outros países e muitos sendo europeus com suas localizações geográficas e fatores climas, reflete-se o motivo pelo qual o país deixa a desejar nos investimentos em energia solar, desta forma é nítido que ainda existe muito a explorar essa matriz energética, muito espaço onde se aproveitar para produzir para aproveitamento solar.

É importante mencionar que o principal benefício da energia solar não é construir grandes usinas, mas sim instalar sistemas fotovoltaicos para a autoprodução de energia, evidenciando que, são inegáveis as vantagens da energia solar, uma vez que a radiação solar como fonte primária de energia tem um papel de destaque na transformação de economias baseadas em combustíveis fósseis em economias de baixo carbono, o que é imprescindível para amenizar os efeitos adversos das mudanças climáticas e atender aos compromissos das nações. Sobre a problemática lançada, considera-se que, diante de toda vulnerabilidade e possibilidade de crise enfrentada no setor de energia, é minimizada com todas as vantagens e benefícios que a energia solar oferece, fato que a torna eficaz possibilidade capaz de evitar um colapso total na matriz energética Brasileira. Como descrito o governou durante alguns anos incentivou a produção de energia fotovoltaica, no entanto esses incentivos foram

insuficientes para aumentar de forma relevante a participação deste tipo de energia na matriz energética brasileira.

Em uma análise considerando o retorno do investimento aplicado a curto prazo, o sistema fotovoltaico de geração de energia pode ser um investimento menos atrativo que outras aplicações financeiras, porém o custo total do sistema vem decrescendo gradativamente nos últimos anos. A referida redução de preço aliado a necessidade de fortalecimento dos incentivos governamentais (taxas de créditos, programas específicos, empréstimos, redução de tarifas e impostos, entre outros), o Brasil terá capacidade de viabilizar uma quantidade maior de sistemas em diversos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> Acesso em: 5 out. 2022.

ALBA ENERGIA. **O Futuro da energia solar.** Disponível em: <https://albaenergia.com.br/o-futuro-da-energia-solar-confira-5-tendencias/> Acesso em: 22 out. 2022

AMÉRICA DO SOL – **Potencial solar no Brasil.** Disponível em: <https://americadosol.org/potencial-solar-no-brasil/> Acesso em 25 set.2022.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Energia solar.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 15 out. 2022.

AS ENERGIA SOLAR. **Como funciona energia fotovoltaica.** Disponível em: <https://asenergiasolar.com.br/como-funciona-energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 16 set. 2022.

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. 2a. ed. São José, dos Campos, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 25 ago. 2022.

BEN. **Balço Energético Nacional**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 10 out. 2022.

BLUESOL. **Energia Solar Futuro e geração Mundial.** Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-futuro-geracao-mundial>. Acesso em: 21 set.2022

CANAL SOLAR. **Perspectivas para o futuro do armazenamento no Brasil.** Disponível em: <https://canalsolar.com.br/especialista-traca-perspectivas-para-o-futuro-do-armazenamento-no-brasil/>. Acesso em 26 out. 2022

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 10 set.2022.

IEA. **Key World Energy Statistics** from the IEA. Paris, International Energy Agency/ OECD, Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 10 out. 2022.

INSTITUTO SOLAR. **Usina solar fotovoltaica.** Disponível em: <https://institutosolar.com/usina-solar-fotovoltaica/> Acesso em: 25 out.2022.

NEOSOLAR E ENERGIA. **O que é energia solar**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica> Acesso em 16 set. 2022.

PORTAL ENERGIA. **Sistema Solar térmico**. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/preciso-painel-solar-termico-casa/> Acesso em: 16 set. 2022.

PORTAL ENERGIA SOLAR. **O que é Energia Solar Fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.portalenergiasolar.com.br/energia-solar/energiasolar.asp>. Acesso em 30 set. 2022.

PORTAL SOLAR. **Energia Fotovoltaica**. São Paulo. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em: 16 set. 2022.

QUANTUM ENGENHARIA. **O que é e para que serve a usina solar fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.quantumengenharia.net.br/o-que-e-e-para-que-serve-uma-usina-solar-fotovoltaica/> Acesso em: 25 out. 2022.

TRINA SOLAR. **Energia Solar no Brasil e perspectivas de crescimento**. Disponível em: <https://www.trinasolar.com/pt/resources/blog/wed-10272021-1438>. Acesso em: 28 out. 2022

TRISOL ENERGIA. **O que é Energia heliotérmica**. Disponível em: <https://trisolenergia.com.br/blog/2019/04/17/o-que-e-energia-solar/> Acesso em 05/10/2022.

SELTEC BRASIL. **Você sabe o que é um parque solar**. Disponível em: <https://seltecbrazil.com.br/Voce-sabe-o-que-e-um-parque-solar/87#:~:text=O%20parque%20solar%20%C3%A9%20utilizado,de%20transmiss%C3%B5es%20para%20diversos%20consumidores>. Acesso em: 27 out. 2022.

SOLAR PAYBACK. **Solar Heat for Industry**, Alemanha, 2017.

VANNONI, C.; BATTISTI, R.; DRIGO, S. **Potential for Solar Heat in Industrial Processes**, Rome, 2008.

VILLALVA, Marcelo Gradella; Gazoli, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 1ª. ed. São Paulo: Érica, 2012.