

Energias Renováveis e suas Alternativas: A Energia Solar na Indústria Brasileira

Maria Cecília Idalino de Souza¹, Maria da Conceição Lima Silva², Nieldo Lima Barbosa da Silva Ramos³,
Isabela Maria da Silva⁴, Rebeca Ferreira Lemos Vasconcelos⁵, Carolina de Lima França^{*6},

¹Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

²Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

³Graduando em Engenharia de Produção, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

⁴Graduanda em Engenharia de Produção, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

⁵Professora do Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

⁶Professora do Centro Universitário Brasileiro, Brasil (*Autor correspondente: carolina.franca@grupounibra.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 23/06/2023 – Revisado em: 18/06/2023 – Aceito em: 10/08/2023

RESUMO

Atualmente está em evidência a utilização da energia renovável para substituir as energias não renováveis nas matrizes energéticas no Brasil e no mundo. Sendo assim, este presente trabalho tem como objetivo apresentar uma pesquisa sobre a energia renovável e uma das suas alternativas que é a energia solar, focando na fotovoltaica para ver se é viável sua utilização nas indústrias brasileiras, identificar as áreas e vantagens em potencial para sua utilização, os incentivos que se pode obter ao fazer a implementação da energia solar, fornece informações sobre as energias limpas e a sustentabilidade e identificar o crescimento dessas energias renováveis. Na metodologia foram realizadas pesquisas bibliográficas e pesquisas documentais em artigos científicos, livros, sites, artigos de revistas científicas, TCC, dissertação de mestrado e teses de doutorado, entre os meses de setembro e novembro de 2022, onde foram pesquisadas com base nos objetivos propostos. Os resultados mostraram que as áreas em potencial para sua implementação pode ser indústrias alimentícias, as indústrias de vestuários e fábrica de açúcar, quanto às vantagens ao adquirir a energia solar tem-se como a valorização da marca de sua indústria, os incentivos fiscais e redução de custo, sendo assim viável a sua implementação em industriais por conta dessas vantagens e do custo-benefício.

Palavras-Chaves: Energia solar, Renovável, Energia fotovoltaica.

Renewable Energies and their Alternatives: Solar Energy in Brazilian Industry

ABSTRACT

Currently, the use of renewable energy to replace non-renewable energy in energy matrices in Brazil and in the world is in evidence. Therefore, this present work aims to present a research on renewable energy and one of its alternatives that is solar energy, focusing on photovoltaics to see if its use in Brazilian industries is feasible, to identify areas and potential advantages for its use, the incentives that can be obtained by implementing solar energy, providing information on clean energies and sustainability and identifying the growth of these renewable energies. In the methodology, bibliographical research and documentary research were carried out in scientific articles, books, websites, articles from scientific journals, TCC, master's dissertations and doctoral theses, between the months of September and November 2022, where they were researched based on the proposed objectives. The results showed that the potential areas for its implementation could be the food industries, the clothing industries and the sugar factory, as for the advantages of acquiring solar energy, such as the appreciation of the brand of your industry, tax incentives and reduction cost, thus making its implementation in industrial facilities feasible due to these advantages and the cost benefit.

Keywords: Solar energy, Renewable, Photovoltaic energy.

De Souza MCI, Silva MCL, Da Silva Ramos NLB, Da Silva IM, Vasconcelos RFL, França CL. Energias Renováveis e suas Alternativas: A Energia Solar na Indústria Brasileira. *Revista Universitária Brasileira*. (2023); 1(2): 35–49.



Direitos do Autor. A Revista Universitária Brasileira utiliza a licença *Creative Commons* (CC BY 4.0)

1. Introdução

As energias renováveis e suas alternativas são geradas através de fontes onde não gera impacto ao meio ambiente, ou seja, não vai gerar emissões de CO₂ na atmosfera ou o esgotamento dos recursos naturais (NEOSOLAR¹, 2022). Cada uma dessas energias tem suas vantagens e desvantagem para se levar em consideração seu uso no Brasil.

Muito se tem discutido sobre as energias renováveis e suas alternativas no mundo, principalmente para as indústrias já que usam um quantitativo relativamente grande se comparado a uma residência devido às suas demandas sociais para o posterior consumo além de serem as responsáveis pela maior produção de gases CO₂ (ECYCLE², 2022).

O fator de crescimento acelerado fez a busca por recursos energéticos consequentemente aumentar e o uso desses recursos causam cada dia mais impactos ambientais, sobrecarregando assim a qualidade do ar que necessitamos para a vida humana.

A partir deste contexto, surgiram várias ideias para desvendar uma maneira de como produzir uma energia que se renove e não haja tanta emissão de gases na sua transformação e processo a fim de preservar o ecossistema, por isso há um crescimento em pesquisas e investimentos na energia solar como esperança para um futuro próximo com menos poluição.

O Brasil possui um grande potencial em energias renováveis sendo a eletricidade em sua maioria composta de fontes renováveis (BEN³, 2022). Se vem discutindo tipos de incentivos a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica nacional através de elementos em conjunto como, por exemplo, regulamentações novas (MAIA⁴, 2018).

No começo das civilizações, a energia solar era utilizada para realizar vários trabalhos, dentre eles a formação do fogo através dos raios solares. Atualmente a energia solar é a mais segura fonte de energia renovável, que possui grande capacidade de aproveitamento e sem grandes impactos ambientais (PORTAL SOLAR⁵, 2022).

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar⁶ (2017), "o país apresenta altas médias anuais de irradiação, especialmente no chamado cinturão solar, faixa que engloba estados do Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste."

Considerando este fator, o Brasil tem grande potencial de crescimento em relação à energia solar, pois é um dos países com mais índice de solarimétricos no mundo por conta que o clima e a localização geográfica favorecem a irradiação solar no país.

De acordo com o relatório síntese BEN³ (2022), "nas indústrias brasileiras, o consumo de energia além de apresentar 3,6% de crescimento em relação a 2020, teve 58% de fontes renováveis na sua matriz energética."

A energia solar pode ser um grande diferencial em relação aos seus concorrentes, por conta que engaja tanto os clientes como os investidores que têm ideais e ações de propósitos ecológicos que consequentemente acabam conquistando novos públicos e acionistas. A utilização desta energia também tem os benefícios dos incentivos fiscais, a longa durabilidade e a pouca manutenção, a economia de energia elétrica e a facilidade de instalação. A expansão da geração de energia de fontes renováveis não somente alavancar o crescimento econômico do país e impede a deterioração do meio ambiente, mas cria uma oportunidade que seria um papel de liderança no sistema internacional e o Brasil teria concorrência com países mais desenvolvidos (BONDARIK ET AL⁷, 2018).

Geograficamente, o Brasil tem a facilidade de desenvolvimentos de tipos novos de energia. Com os incentivos cedidos pelo governo brasileiro, a quota de novas energias tende a crescer nos próximos anos (CHERINI; VEIGA⁸, 2019). O problema de pesquisa que motivou este presente estudo foi: qual a perspectiva em utilizar a energia solar nas indústrias brasileiras em vez das outras fontes de energias? Uma grande parte dos produtos que consumimos atualmente são produzidos nas indústrias e por causa disso este setor está cada vez mais relevante, tanto para o mercado quanto para os consumidores, diante disso as produções dependem bastante das fontes de energias e essas fontes podem influenciar de várias formas o orçamento da produção no final (SOLARVOLT⁹, 2022).

A característica que difere a energia solar fotovoltaica das outras é que ela pode ser usada em todo o território nacional, tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas e sua instalação e uso pode ser no local que vai consumir, o que leva a uma economia por parte das linhas de transmissão e distribuição (DA SILVA STAMBOROSKI¹⁰, 2019).

A energia que pode ser aproveitada tanto como luz quanto fonte de calor é a energia solar que é uma das fontes energéticas alternativas mais promissoras (ROVARIS¹¹, 2020). Em 2021 por causa da escassez de chuvas neste ano e por conta da queda de oferta das hidroelétricas e outras fontes, teve um aumento para compensar esta redução, sendo que a energia solar fotovoltaica teve um aumento de 55,9% e a eólica teve 26,7% (BEN³, 2022).

Assim que entrou em vigor no dia 17 de abril de 2012 a Resolução Normativa ANEEL n° 482/2012, o consumidor no Brasil tem a permissão de gerar energia própria se for cogeração qualitativa ou por fontes renováveis, podendo fornecer se exceder para as redes locais de distribuições. Isso se trata da Micro e da Minigeração distribuídas de energia elétrica que unem a economia financeira, auto sustentabilidade e consciência socioambiental (ANEEL¹², 2022). O baixo impacto ambiental, a minimização das perdas, o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, a diversificação da matriz energética e a redução no carregamento das redes, esses são alguns dos benefícios que o estímulo à geração distribuída proporciona no sistema elétrico (ANEEL¹², 2022).

A fonte de energia mais utilizada no mundo é o petróleo, mas ele não é somente utilizado para abastecer as usinas termelétricas e gerar energia como também está presente como matéria prima em alguns produtos. Sendo o segundo recurso mais utilizado, o carvão mineral também segue essa mesma linha do petróleo e por ser um recurso muito importante, tanto o petróleo quanto o carvão mineral, têm que ter um nível de atenção maior na sua utilização pois são recurso não renováveis (SOLARVOLT⁹, 2022). Dito isso, a energia solar está cada vez mais popular por ser uma energia limpa, o que a faz ser interessante para empresas que desejam estar em dia com as políticas ambientais mundiais (SOLARVOLT¹³, 2022).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições para utilização da energia renovável e sua alternativa, em específico, a energia solar nas indústrias brasileiras. Dentro dos objetivos específicos, estão: Destacar a importância de energias limpas para as gerações futuras, identificar como a energia solar está sendo usada no Brasil e nas indústrias, identificar o crescimento do uso de energia fotovoltaica nas grandes indústrias do Brasil, tendo em vista que as condições geográficas podem vir a favorecer essa expansão, identificar potenciais áreas para o uso de energia solar na indústria, identificar vantagens no uso duradouro dessa energia, visando principalmente a economia no custo de energia das indústrias e a contribuição sustentável, mensurar o grande potencial de uso de uma energia renovável, diminuindo assim, possíveis impactos ambientais e viabilizar a sustentabilidade relacionada a este tipo de energia que é a solar

2. Material e Métodos

A pesquisa de cunho exploratória levou de setembro a novembro para ser elaborado e tem como objetivo proporcionar mais proximidade com o problema visando elaborar hipóteses ou torna o problema mais claro e descritiva que tem como objetivo a descrição de determinadas características de fenômenos ou pessoas e fazer a criação de relação entre variáveis (GIL¹⁴, 2018).

A abordagem qualitativa tem foco no direcionamento em relação ao desenvolvimento de estudos que busca procurar respostas que dão a possibilidade de entender, descrever e interpretar os fatos e não a busca pela quantificação (PROETTI¹⁵, 2018).

Sendo assim, a elaboração da metodologia utilizada vai ser explicada a partir do entendimento do método de pesquisa e o procedimento utilizado na pesquisa. Sendo que a pesquisa é de cunho descritiva e exploratória, possuindo a abordagem qualitativa e tem como o objetivo fornecer informações sobre a utilização da energia renovável e alternativa, em específico, a energia solar nas indústrias brasileiras.

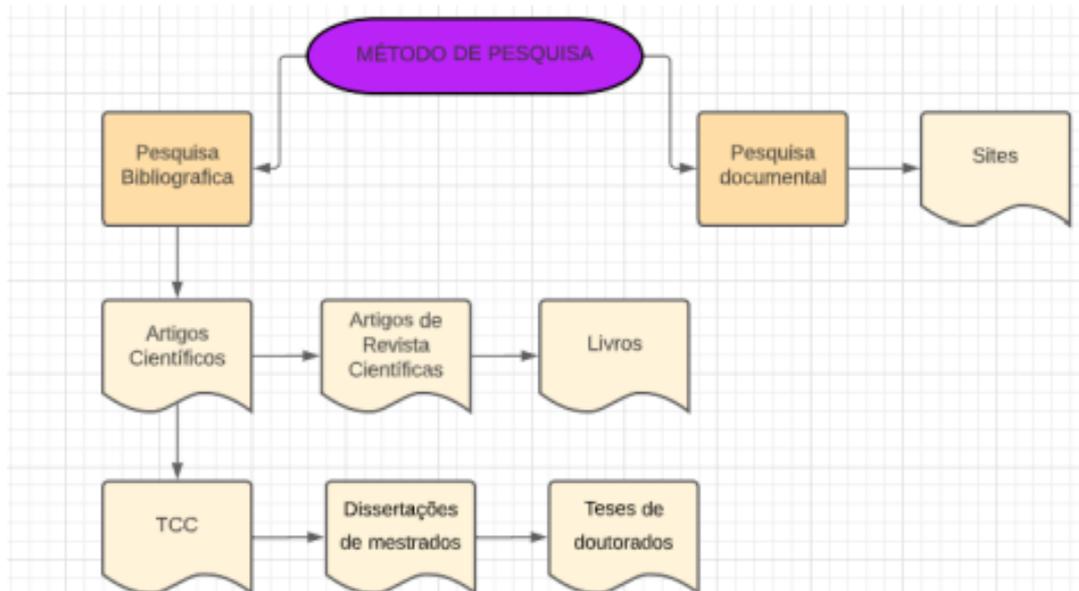
2.1 Método de pesquisa

Segundo Gil¹⁴ (2018), “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” Já a pesquisa documental é relativamente parecida com a pesquisa bibliográfica sendo o que difere um do outro é a natureza da fonte, este analisa os materiais que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa ou os que ainda não receberam um tratamento analítico, sendo dividido em dois tipos, o primeiro é o de primeira mão como documentos oficiais, reportagens de jornais, entre outros, e o outro segunda mão como tabelas de estatísticas, relatório de empresa, relatório de pesquisa e etc (RAUPP¹⁶, 2022).

Os métodos abordados no trabalho são o da pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. O acervo que foi consultado para este trabalho foi encontrado em artigos científicos, livros, sites, artigos de revistas científicas, TCC, dissertações de mestrado e teses de doutorado, retirados de bibliotecas digitais com base no tema e nas palavras chaves do tema.

Sendo assim, a Figura 2 mostra um fluxograma do método de pesquisa utilizado neste subtópico.

Figura 1 – Fluxograma do método de pesquisa
Figure 1 - Flowchart of the research method



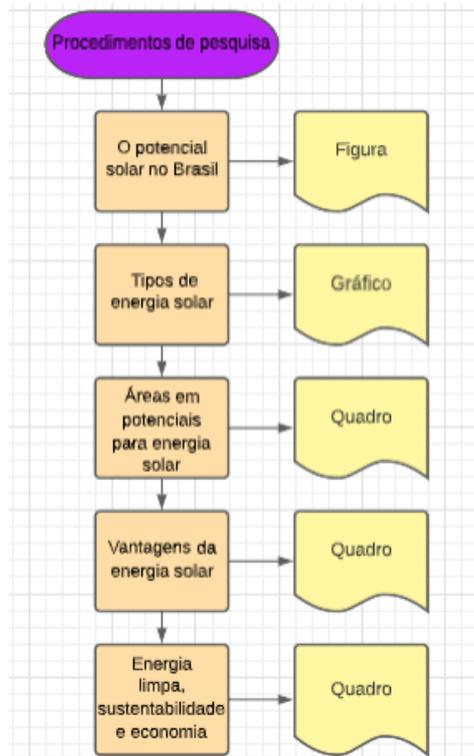
Fonte: Autor (2022).
Source: Author (2022).

2.2 Procedimentos de pesquisa

Para conduzir o processo de pesquisa, inicialmente analisou-se o nível de radiação solar no Brasil e como esse nível está sendo aproveitado no país. Em 20 seguida foi buscado os diferentes métodos que se pode utilizar a energia solar na indústria, mas com o foco principalmente na energia solar fotovoltaica. Além disso, buscou-se utilizar dados em forma de figura, gráfico e quadro para ilustração do tema e ao final a percepção se é viável na atualidade implementar a energia solar na indústria.

Sendo assim, a Figura 3 mostra um fluxograma dos procedimentos de pesquisa abordados neste subtópico.

Figura 2 – Fluxograma do método de pesquisa
 Figure 2 - Flowchart of research procedures



Fonte: Autor (2022).
 Source: Author (2022).

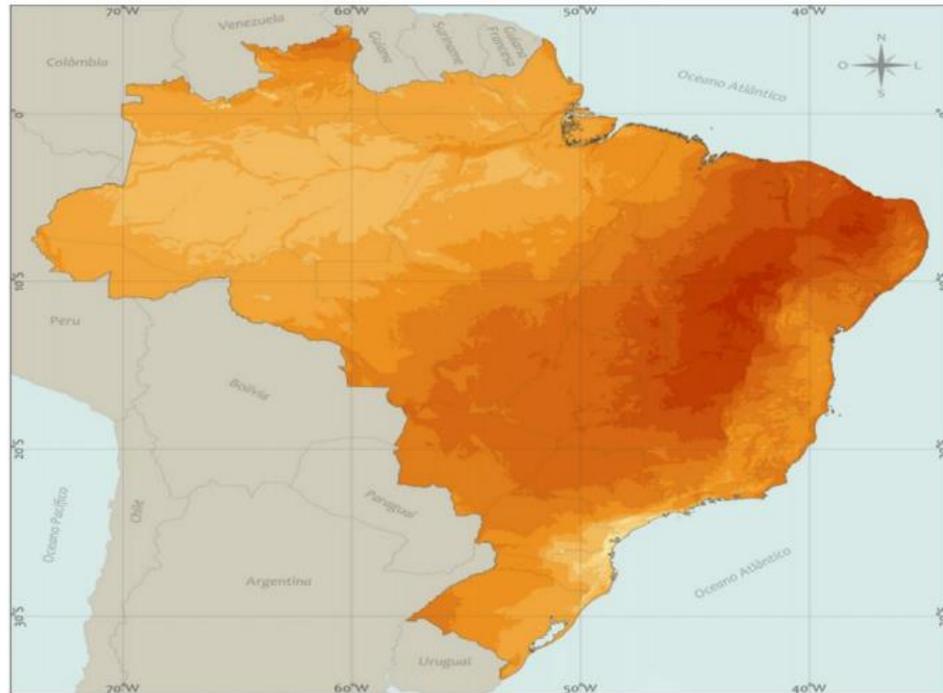
3. Resultados e Discussão

3.1 O potencial solar no Brasil

Uma estrela de tamanho médio é chamada de sol e dele irradia energia que quase alimenta todos os processos químicos, dinâmicos e térmicos do planeta Terra, onde este pode ser artificialmente ou naturalmente desenvolvidos, sendo que os artificialmente desenvolvidos como o aquecimento solar, a climatização de ambientes e a geração de eletricidade teve um avanço significativo nos últimos anos no qual a geração fotovoltaica fez com que a participação da energia solar tivesse ter um crescimento elevado na participação da matriz energética mundial (PEREIRA¹⁷ et al., 2017).

O Brasil possui um enorme potencial para a partir do sol gerar eletricidade, pois, o lugar menos ensolarado no país tem mais capacidade de gerar eletricidade solar do que em um dos países líderes na utilização da energia fotovoltaica como no lugar mais ensolarado da Alemanha (SOLARVOLT⁹, 2022). Sendo assim, a Figura 3 mostra o total diário da irradiação global horizontal no Brasil.

Figura 3 – Mapa do total diário da irradiação global horizontal
 Figure 3 - Map of daily total horizontal global irradiance



Fonte: Autor (2022).
 Source: Author (2022).

3.2 Tipos de energia solar

Na atualidade por conta das aplicações tecnológicas que estão disponíveis é possível a utilização da radiação solar para a geração de energia solar, sendo assim temos a energia solar fotovoltaica e a energia solar térmica (ESPOSITO e FUCHS¹⁸, 2013).

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio de um material condutor dopado e purificado que sobre ele se tem a incidência de fótons da radiação solar que gera a energia elétrica. O principal componente das células solares é esse semicondutor, que quando interligado formam o núcleo dos painéis solares e esta energia, além de contribuir para atender a demanda de eletricidade pelas indústrias, residências e comércios, esta energia por meio da eletrólise também é utilizada na produção de hidrocarbonetos sintéticos e hidrogênio (BNDES¹⁹, 2018).

No Brasil se tem uma das maiores reservas de silício do mundo e isto faz com que este país para desenvolvimento de indústrias de produção de células solares seja um local privilegiado e isso ajuda também no retorno em impostos pagos e na geração de emprego (PORTAL SOLAR²⁰, 2022).

Os tipos de sistemas fotovoltaicos são os sistemas On Grid ou Grid Tie (Geração Distribuída - GD), sistema Off Grid (Geração Isolada), sistema Híbrido e usinas solares (Geração Centralizada) (NEOSOLAR²¹, 2022).

O sistema Off Grid é um sistema que não tem qualquer envolvimento com a rede elétrica e é referido como isolado ou autônomo. Este sistema é a solução ideal para lugares de difícil acesso e remotos, sua instalação abastece equipamentos e aparelhos que necessitam de energia diretamente. Já o sistema Híbrido é um sistema em que ele é misto, sendo assim se pode conter fontes como o on grid e o off grid, além de outras

fontes como a rede elétrica, gerador a diesel ou mesmo energia eólica, se tem a possibilidade de armazenar esses tipos de energias em caso de ser necessário (PORTAL SOLAR²², 2022).

Nas cidades se tem uma vasta área onde a instalação de painéis fotovoltaicos podem ser colocados sobre as edificações, nas áreas rurais essa energia é a opção mais segura e limpa, nas quais se pode levar a eletricidade para lugares onde as comunidades são de difícil acesso e isoladas (PORTAL SOLAR²³, 2022).

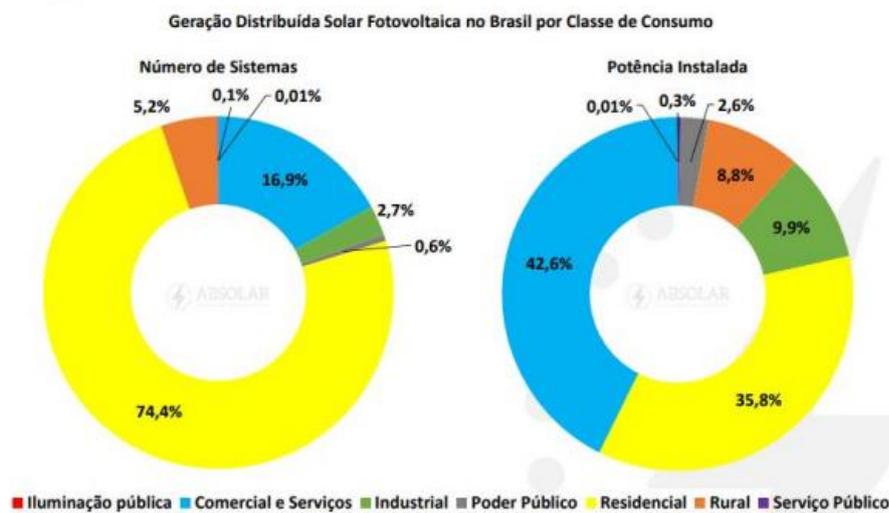
A Energia solar térmica utiliza o calor do sol para aquecer outro meio diretamente com os tubos a vácuo ou pelos coletores solares que obtém e transfere por meio líquido ou gasoso o calor da radiação solar (PORTAL SOLAR²⁴, 2022). Esse efeito acaba sendo utilizado como a geração de vapor no uso doméstico e industrial e também é utilizado para resfriamento e aquecimento de água. Já a produção de energia elétrica se dá pelo processo chamado de concentrated solar power (BNDES¹⁹, 2018).

A difusão da geração de energia a partir do sol no Brasil tem destaque na geração de eletricidade fotovoltaica e na geração de calor para o aquecimento da água. Por conta disso, a geração de eletricidade se dá de maneira distribuída ou centralizada (BNDES¹⁹, 2018).

A geração distribuída é atribuída para a geração de energia elétrica feita junto ou próxima dos consumidores, não importando a potência, tecnologia e a fonte de energia. Sua tecnologia tem se desenvolvido para acrescentar as potências cada vez menores e a geração distribuição tem incluído os geradores de emergência, painéis fotovoltaicos, cogeneradores, pequenas centrais hidrelétricas, geradores para operação no horário e geradores que usam os resíduos combustíveis de processo como fonte de energia. Sendo que ainda tem envolvimento com os equipamentos de controle, medida e comando onde estes unem o eventual controle de cargas e a operação dos geradores para que se ajustem à oferta de energia. Sua vantagem é a economia em investimentos para transmissão e a redução de perdas no sistema, o que consequentemente melhora a estabilidade do serviço de energia elétrica em relação a geração central (INEE²⁵, 2022).

Sendo assim, o Gráfico 1 mostra por classe de consumo a geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil.

Figura 4 – Gráfico da geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil por classe de consumo.
Figure 4 - Graph of distributed solar photovoltaic generation in Brazil by consumption class.



Fonte: SAUAIA²⁶ (2019)
Source: SAUAIA²⁶ (2019).

Os sistemas podem ser isolados ou conectados à rede elétrica na geração distribuída, onde um sistema fotovoltaico isolado de geração de energia tem principais componentes como o controlador de carga, banco de

baterias, painel fotovoltaico e o inversor. Já os que são conectados à rede elétrica têm incluído a medição bidirecional de energia. Quando se opta por um sistema híbrido em locais com alta instabilidade na rede elétrica o banco de bateria pode ser mantido. Em relação às células fotovoltaicas os principais tipos mais disponíveis são as células cristalinas e a célula de filme fino, onde existem diversos tipos tanto de processos de preparação a variações de arquiteturas, sendo que os que têm mais domínio no mercado são as de silício mono e policristalino (BNDES¹⁹, 2018).

A geração centralizada geralmente é a partir de contratos realizados no ambiente de contratação reguladora, onde por meio de leilões se tem projetos de geração de energia contratada, sendo as usinas de grande porte de maneira geral distantes dos centros consumidores e por conta disso se necessita de grandes linhas de transmissão e de mais vultosos investimentos (AVERLAN²⁷, 2019). As principais formas para fazer a contratação de energia no Brasil são os leilões, aonde permissionárias, concessionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do sistema interligado nacional têm a garantia do atendimento para a totalidade de seu mercado no ambiente de contratação regulada. A CCEE é quem realiza esses leilões e para definir o vencedor do leilão se tem um 25 critérios que é quem apresentar a menor tarifa de comercialização de energia, e quem delegou para a CCEE realizar isso foi a Aneel (CCEE²⁸, 2022).

3.3 Áreas em potenciais para energia solar

A área de indústria de vestuário teria com a implementação da energia solar uma vantagem principal que seria pela economia de custo, por conta que é uma indústria que demanda a utilização de muita energia, logo depois seria a valorização da marca, pois isto é uma ação sustentável e claro os incentivos do governo estarão disponíveis para quem utilizar essa energia limpa (CORDEIRO²⁹, 2022).

Nas fábricas de açúcar pode ser utilizado a área de aquecimento das águas do sistema de energia solar, os aquecedores podem ser utilizados em vários tipos de objetivos e por conta da diversidade de temperaturas que se pode alcançar o seu uso é vasto, então no processo de cristalização e ebulição onde depende explicitamente da água e calor em temperaturas muito elevadas, este sistema pode ser ideal (PORTAL SOLAR³⁰, 2022).

Outro setor é a área das indústrias alimentícias, pois, esta é uma das áreas que mais consomem energia no Brasil porque precisa sempre manter funcionando para que os vegetais, carnes e outros alimentos que precisam ser conservados não estraguem, e para isso se deve utilizar grandes quantidades de energia que com a energia solar seria economizado em até 95% nos custos (CORDEIRO²⁹, 2022).

Já a área do agronegócio é um dos setores que podem se beneficiar da energia solar, pois com ela esse negócio pode garantir que a produção não pare durante o ano todo, além de que se consegue desenvolver um sistema de irrigação com bombeamento através de painéis elétricos e com os poços artesianos que podem garantir que mesmo com a falta de chuvas o seu faturamento não seja afetado (CORDEIRO²⁹, 2022). Sendo assim, o Quadro 1 mostra o uso para a energia solar fotovoltaica no meio rural.

Quadro 1 – Usos para a energia solar fotovoltaica no meio rural.
Table 1 - Uses for solar photovoltaic energy in rural areas.

Esfera ambiental	
Não gera ruídos.	Geração de energia limpa, renovável e sustentável.
Não emite gases, líquidos ou sólidos durante a operação.	Contribui para as metas de redução de emissões do país (NDC).

Fonte: SAUAIA²⁶ (2019)
Source: SAUAIA²⁶ (2019).

3.4 Vantagens da energia solar

As vantagens de se utilizar a energia solar pode ser no âmbito ambiental, social e econômico. Na esfera ambiental a energia solar é uma fonte de energia renovável porque o sol é renovável, além de ser uma constante e consistente fonte alternativa mais previsível onde a tecnologia vai poder captar a luz solar frequentemente, sendo com menor eficiência em dias de chuva e durante as noites.

Nessa esfera também essa energia não faz barulho e nem polui, sendo sua produção silenciosa e não prejudicial ao meio ambiente (PORTAL SOLAR³⁰, 2022). Sua vida útil também é bem alta sendo de 25 a 30 anos e sua implementação pode ser no solo, nos telhados, na água e em fachadas, pois seu funcionamento em todas as instalações ocorre de maneira eficiente garantindo a qualidade dos equipamentos é possível até em locais remotos gerar energia limpa e renovável (PORTAL SOLAR³¹, 2022).

Sendo assim, o Quadro 2 mostra os benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera ambiental.

Quadro 2 – Benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera ambiental.
 Table 2 - Benefits of solar photovoltaic energy for Brazil in the environmental sphere.

Esfera ambiental	
Não gera ruídos.	Geração de energia limpa, renovável e sustentável.
Não emite gases, líquidos ou sólidos durante a operação.	Contribui para as metas de redução de emissões do país (NDC).

Fonte: SAUAIA²⁶ (2019)
Source: SAUAIA²⁶ (2019).

Na esfera social, essa energia a fez ter mais geração de empregos e renda para instaladores, donos de franquias, vendedores e projetistas, a instalação pode ser 27 feita em indústrias, comércios e em casas além de que sua instalação é rápida e facilitada principalmente se for em relação do sistema on-grid e outra vantagem é que ocupa pouco espaço (PORTAL SOLAR³⁰, 2022). Sendo assim, o Quadro 3 mostra os benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera socioeconômica.

Quadro 3 – Benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera socioeconômica.
 Table 3 - Benefits of solar photovoltaic energy for Brazil in the socioeconomic sphere.

Esfera socioeconômica	
Geração de empregos locais de qualidade.	Atração de novos investimentos privados de bilhões de reais.
Aquecimento das economias locais, regionais e nacional.	Desenvolvimento de uma nova cadeia produtiva no país.
Redução dos gastos com energia elétrica pela população e empresas.	

Fonte: SAUAIA²⁶ (2019)
Source: SAUAIA²⁶ (2019).

Na esfera econômica esta energia pode se dizer gratuita, pois o sol é disponível para todos e por meio dos painéis solares se pode produzir gratuitamente a sua energia, sendo assim a fonte de energia mais barata para se produzir de forma limpa e renovável mundialmente é a energia solar. Sua manutenção é mínima e dependendo do local de sua instalação como em lugares com pouca chuva ou com muita poeira tem que ser feito pelo menos duas vezes ao ano, mas se for em locais onde chove consideravelmente sua limpeza deve ser feita anualmente.

A sua economia ao utilizar o sistema fotovoltaico é de 90% nos custos, além de que com a implementação da energia solar para o seu imóvel faz com que ele se valorize cerca de 4% a 6 % de acordo com as agências imobiliárias. O retorno do investimento nesse sistema é no tempo de 3 a 5 anos, então a energia fotovoltaica é considerada a alternativa mais viável de se investir e seu retorno é relativamente seguro e rápido (PORTAL SOLAR³², 2022). Sendo assim, o Quadro 4 mostra os benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera estratégica.

Quadro 4 – Benefícios da energia solar fotovoltaica para o Brasil na esfera estratégica.
 Table 4 - Benefits of solar PV for Brazil in the strategic sphere.

Esfera estratégica	
Ampliação do uso de energias renováveis no país.	Diversificação da matriz elétrica brasileira.
Redução de perdas por transmissão e distribuição.	

Fonte: SAUAIA²⁶ (2019)
Source: SAUAIA²⁶ (2019).

3.5 Energia limpa, sustentabilidade e economia

O termo energia limpa é utilizado para as energias que são adquiridas por meio de recursos naturais e que não poluem um exemplo de energia limpa é a energia solar. As vantagens de se utilizar energia limpa são a preservação da biodiversidade, gera mais empregos no setor energético, impede o deslocamento de comunidades de seu habitat de origem, assegura a geração de energia sustentável a longo prazo, aumenta a diversidade na oferta de energia, cria oportunidades de uso nas regiões rurais, reduz a poluição e a emissão de gases de efeito estufa, entre outras coisas (VERDE³³, 2017).

Em relação a sustentabilidade o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC tem a Coordenação-Geral de Energia e Desenvolvimento Sustentável para ser responsável por esta área sendo que as principais atuações são eficiência energética, energias renováveis, produção e consumo sustentáveis, mudanças climáticas, recursos hídricos e economia circular (MINISTÉRIO DA ECONOMIA³⁴, 2020). Por conta da forte redução em relação aos preços da energia solar e seus equipamentos e pelos incentivos variados que foram oferecidos pelos países para que se utilizasse as fontes de energia renováveis, tudo isso fez com que a geração de energia elétrica pela fonte de energia solar fotovoltaica crescer bastante ao redor do mundo (MINISTÉRIO DA ECONOMIA³⁵, 2020). Sendo assim, no Quadro 5 vai mostrar alguns instrumentos de apoio ao setor fotovoltaico no Brasil.

Quadro 5 – Instrumentos de apoio ao setor fotovoltaico no Brasil.
Table 5 - Instruments to support the photovoltaic sector in Brazil.

Instrumentos de apoio ao setor fotovoltaico no Brasil	
Convênio CONFAZ 101/97	São incentivos para células fotovoltaicas e módulos desde que tenha a isenção para esses produtos ou a alíquota 0% de IPI onde isto é válido para produtos internacionais e nacionais.
Convênio CONFAZ 16/2015	Concessão pelos Estados para incentivos de ICMS para micro/minigeração para indústrias, residências, comerciais e consumidores.
Lei nº13.169/2015	Isenção para indústrias, comerciais, consumidores e residências que produzam sua própria energia e que estão nos termos das resoluções da ANEEL 482/2012 e 687/2015 do COFINS/PIS na Micro e Minigeração.
Realização de Leilões de Energia de Reserva (LERs)	Entre os anos de 2014 e 2015 por conta que foi mais de 3 GW leiloados e contratados se criou uma demanda para o desenvolvimento e estabelecimento de uma cadeia produtiva do setor para o território brasileiro. Sendo que em no ano de 2017 em dezembro teve um leilão de energia Nova que tem incluído a fonte de energia solar fotovoltaica e que este foi contratado por cerca de 0,6 GW (600 MW).
Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura - REIDI	Se refere à desoneração do COFINS/PIS para os investidores, módulos fotovoltaicos e outros produtos finais para os projetos de geração fotovoltaica, ou seja, para ser utilizado pelos equipamentos destinados aos projetos de parques fotovoltaicos.
Plano de Nacionalização Progressiva para o setor	Foi criado em 2014 pelo BNDES, para fomentar a indústria brasileira, pois, promove o financiamento mediante gradual para a agregação de valor para a produção nacional, sendo que a metodologia FINAME foi flexibilizada para esse setor em 2017 para gerar maior competitividade local.
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) Fotovoltaico/INMETRO	Para os produtos nacionais e importados qualidade, eficiência e segurança energética.
Lei de Informática e Ex-tarifário	Estimular em tributários para tornar viável a produção local e o desenvolvimento local da cadeia produtiva como desoneração de equipamentos/máquinas e investidores.

Fonte: Adaptado de MINISTÉRIO DA ECONOMIA³⁵ (2020).
Source: Adapted from MINISTÉRIO DA ECONOMIA³⁵ (2020).

Sobre o custo para instalar um painel solar se tem variação no custo de uma placa solar de acordo com alguns fatores e dependendo principalmente do tamanho e da complexidade da instalação para o preço de um sistema fotovoltaico (PORTAL SOLAR³², 2022). Sendo os fatores que influenciam o preço na instalação do gerador solar são principalmente a distância da deslocação do profissional em relação a instalação, as condições do local da instalação, a altura do local da instalação e o fácil acesso a ele, o tipo de superfície onde vai ser a instalação, a distância em relação ao local da instalação e a distância do ponto de conexão, a estrutura do telhado, relógio de luz e seus padrões de entrada (PORTAL SOLAR³⁶, 2022). Sendo assim, o Quadro 6 mostra a média dos preços de instalação de placa solar para comércios, pequenos negócios, indústrias e grandes consumidores.

Quadro 6 – Preço de instalação de placa solar para comércios, pequenos negócios, indústrias e grandes consumidores.
Table 6 - Solar panel installation price for commerce, small business, industry and large consumers.

Preço de instalação de placa solar para comércios e pequenos negócios	
Potência do gerador	Preço médio da instalação
Gerador solar de 13,8 kWp	R\$ 11.488,50
Gerador solar de 17,36 kWp	R\$ 12.866,01
Gerador solar de 24,03 kWp	R\$ 16.783,20
Gerador solar de 28,48 kWp	R\$ 19.229,64
Preço de instalação de placa solar para indústrias e grandes consumidores	
Potência do gerador	Preço médio da instalação
Gerador solar de 59,19 kWp	R\$ 40.016,61
Gerador solar de 108,14 kWp	R\$ 73.194,51

Fonte: PORTAL SOLAR³² (2022).
Source: PORTAL SOLAR³² (2022)

4. Conclusão

A matriz energética do Brasil atualmente se tem levado em consideração os impactos do uso de hidroelétricas que são usadas na maior parte das matrizes e a energia solar vem se destacando à medida que os tempos passam.

Sua utilização é muitas vezes, para a diminuição da conta de energia, mas seu potencial é mais do que apenas nessa diminuição e pode ser utilizada em várias áreas como no agronegócio, na fábrica de açúcar, na indústria alimentícia e na indústria de vestuário.

O potencial da energia solar no Brasil é enorme, mas ainda pouco aproveitado tendo em vista que em outros países como a Alemanha é menos ensolarado, mas seu uso é muito mais avançado do que no Brasil onde se é mais ensolarado³¹.

O crescimento do uso das energias fotovoltaicas nas grandes indústrias está cada vez maior, principalmente por conta do valor que a marca tem a mais por ser uma empresa que utiliza energia limpa como também por conta dos incentivos dos governos tanto nacional quanto internacional.

Sua principal vantagem ainda é a diminuição das contas de energia em grande parte do Brasil, pois pode reduzir dessa conta 95% do custo dela, mas dependendo do tamanho do negócio, os incentivos são uma grande vantagem porque na utilização de energia renovável, pode ajudar em relação ao custo de que se tem ao não utilizar energias renováveis.

A energia solar é uma das energias limpas mais sustentáveis, pois a utilização dessa energia está em abundância e seu uso não é prejudicial ao meio ambiente sendo assim uma alternativa viável quando se deseja uma energia sustentável.

O estudo realizado neste trabalho buscou fornecer informações relacionadas à energia renovável e focou esses dados na energia solar e em seu uso nas indústrias brasileiras e de forma geral, foram atendidos todos os objetivos tanto gerais quanto específicos apresentados. Uma recomendação proposta seria aumentar os investimentos para pesquisas em relação a durabilidade e descartes dos materiais de energia solar, além de se ter mais informações sobre esse tema que é pouco comentado.

Sendo assim se conclui que é viável a implementação da energia solar em indústrias, pois o custo de se obter essa energia e o gastos que vai se economizar é bem mais vantajoso, além é claro dos incentivos fiscais que ajudam nesse quesito. Então na atualidade a importância das energias renováveis, limpas e alternativas está cada vez mais em evidência, pois, a humanidade precisa cuidar do planeta em que se vive, porque a má utilização e o excesso de utilização das fontes fósseis e aos não fósseis são bastante prejudiciais a população mundial e uma das alternativas que se tem de melhorar este fato é a utilização das energias limpas para que a geração atual e futura consiga sobreviver em boas condições.

5. Referências

1. NEOSOLAR. Energias Renováveis ou Energias Alternativas, 2022. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energias-renovaveis-ouenergias-alternativas>. Acesso em: 23 set. 2022.
2. ECYCLE. Energia renovável: o que é, tipos e vantagens, 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energiarenovavel/#Entenda%20A%20defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20Renov%C3%A1vel%20E%20Seus%20Benef%C3%ADcios%20para%20O%20Meio%20Ambiente>. Acesso em: 17 set. 2022.
3. BEN. Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese 2022, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf. Acesso em: 17 set. 2022.
4. MAIA, Rian Sardinha. Energia Solar: O desenvolvimento de um novo mercado/ Rian Sardinha Maia – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018. 18, 71 p.: il.; 29,7 cm. Orientador: Thereza Cristina Nogueira de Aquino Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Engenharia de Produção, 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024980.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.
5. PORTAL SOLAR. O que é energia solar? Tudo o que você precisa saber, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar.html>. Acesso em: 24 set. 2022.
6. ATLAS. Atlas Brasileiro de Energia Solar, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2017. Disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br>. Acesso em: 23 set. 2022.
7. BONDARIK, R., PILATTI, L. A. & Horst, D. J. (2018). Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. *Interciencia*, 43(10), 2018. ISSN: 0378-1844. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33957861002>. Acesso em: 17 set. 2022.
8. CHERINI, A. P.; VEIGA JUNIOR, J. C. V. Política pública energética no Brasil: as formas de fomento estatal ao uso de energias renováveis. *Academia de Direito*, [S. l.], v. 1, p. 305–322, 2019. DOI: 10.24302/acaddir.v1.2263. Disponível em: <http://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/2263>. Acesso em: 17 set. 2022
9. SOLARVOLT. Conheça fontes de energia para indústrias, 2022. Disponível em:

- <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/fontes-energia-industria>. Acesso em: 15 out. 2022
10. DA SILVA STAMBOROSKI, Joice; MARDER, Emanuelle Ledermann; NICOLETTI, Lidiane Paula. Energia Solar Fotovoltaica. Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica, 2019. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/12494/11170>. Acesso em: 15 out. 2022.
 11. ROVARIS, Danielle Veloso. Viabilidade de geração de energia fotovoltaica em uma unidade industrial do setor de explosivos. Engenharia Ambiental e Sanitária-Pedra Branca, 2020. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15433>. Acesso em: 15 out. 2022.
 12. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Geração Distribuída, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 15 out. 2022.
 13. SOLARVOLT. Energia Solar Industrial: Quais As Vantagens em apostar nessa Tecnologia, 2022. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/energiasolar-industrial-vantagens/>. Acesso em: 14 out. 2022.
 14. GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas?, 2018. Disponível em: https://sociocratico.files.wordpress.com/2018/05/como_classificar_as_pesquisas_cientificas_gil.pdf. Acesso em: 29 out. 2022.
 15. PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. Revista Lumen-ISSN: 2447-8717, v. 2, n. 4, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60>. Acesso em: 29 out. 2022.
 16. RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: Metodologia de Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais, cap. 3, 2022. Disponível em: <https://sites.google.com/site/tudosobrepesquisabibliografica/pesquisa-documental>. Acesso em: 29 out. 2022.
 17. PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. 36 G. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>. Acesso em: 23 set. 2022.
 18. ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 40, p. 85-113, dez., 2013. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2431>. Acesso em: 13 nov. 2022.
 19. BNDES. O Banco Nacional Do Desenvolvimento. A energia solar no Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/energia-solar>. Acesso em: 13 nov. 2022.
 20. PORTAL SOLAR. Dados do Mercado de Energia Solar no Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-nobrasil.html>. Acesso em: 14 out. 2022.
 21. NEOSOLAR. Sistema de energia solar fotovoltaica e seus componentes, 2022. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-deenergia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes#como-funciona-sistema-solar>. Acesso em: 13 nov. 2022.
 22. PORTAL SOLAR. Painéis Solares Fotovoltaicos – Tudo o que você precisa saber, 2022. Disponível em: Painéis Solares Fotovoltaicos - Tudo o que você precisa saber | Portal Solar. Acesso em: 24 set. 2022.
 23. PORTAL SOLAR. Tipos de Painel Solar Fotovoltaico, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em: 17 set. 2022.
 24. PORTAL SOLAR. Energia solar térmica: o que é e por que investir?, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-aquecimento-aguaenergia-solar-termica>. Acesso em: 13 nov. 2022.
 25. INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. O que é geração distribuída, 2022. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20distribu%C3%ADa%20\(GD\)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%Aancias%20](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp#:~:text=Gera%C3%A7%C3%A3o%20distribu%C3%ADa%20(GD)%20%C3%A9%20uma,incluir%20pot%C3%Aancias%20)

cada%20vez%20menores. Acesso em: 13 nov. 2022.

26. SAUAIA, R. L. ABSOLAR. Geração Distribuída Solar Fotovoltaica: Status, Oportunidades e Desafios, 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/Painel-2-RODRIGO-SUAIAABSOLAR.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2022.

27. AVERLAN, Murilo Souza. Mapeamento do potencial de geração de energia fotovoltaica no Estado de Santa Catarina. Orientador: Fernanda Simoni Schuch. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Santa Catarina, Campos Florianópolis, Florianópolis, sc. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1498/Murilo%20Souza%20Averlan%20-%20TCC-02-Entrega-Final.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 nov. 2022.

28. CCEE. Câmara de comercialização de energia. Leilão, 2022. Disponível em: Leilões - CCEE. Acesso em: 13 nov. 2022.

29. CORDEIRO ENERGIA. Os 5 tipos de indústria que se beneficiam com o uso de energia solar, 2022. Disponível em: <https://cordeiroenergia.com.br/os-5-tipos-deindustria-que-se-beneficiam-com-o-uso-de-energia-solar/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

30. PORTAL SOLAR. Como Funciona a Energia Solar, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>. Acesso em: 17 set. 2022.

31. PORTAL SOLAR. Energia solar: Vantagens, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-vantagens>. Acesso em: 13 nov. 2022.

32. PORTAL SOLAR. Quanto Custa para Instalar Energia Solar?, 2022. Disponível em: Quanto Custa para Instalar Energia Solar? Saiba o preço | Portal Solar. Acesso em: 13 nov. 2022.

33. VERDE, ONG. Projetos Socioambientais com Energias Limpas e Renováveis. O que é energia limpa, renovável e infinita?, 2017. Disponível em: <https://ongverde.org/old/energiaslimpas.html>. Acesso em: 13 nov. 2022

34. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Sustentabilidade, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividadeindustrial/sustentabilidade>. Acesso em: 13 nov. 2022.

35. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Energia Solar Fotovoltaica, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividadeindustrial/sustentabilidade/energia-solar-fotovoltaica>. Acesso em: 13 nov. 2022.

36. PORTAL SOLAR. Energia Fotovoltaica, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em: 17 set. 2022.