

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO- UNIBRA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**BRENO HENRIQUE DE ALBUQUERQUE SALES
GIOVANNI LISBOA FERREIRA
JONAS IGOR DE OLIVEIRA LOPES**

ENERGIA SOLAR COMO FONTE DE ENERGIA PARA LINHA DE PRODUÇÃO

RECIFE

2022

BRENO HENRIQUE DE ALBUQUERQUE SALES
GIOVANNI LISBOA FERREIRA
JONAS IGOR DE OLIVEIRA LOPES

ENERGIA SOLAR COMO FONTE DE ENERGIA PARA LINHA DE PRODUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC II do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientadora: Carolina de Lima França

RECIFE

2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S163s Sales, Breno Henrique de Albuquerque.
Energia solar como fonte de energia para linha de produção/ Breno Henrique de Albuquerque Sales; Giovanni Lisboa Ferreira; Jonas Igor de Oliveira Lopes. - Recife: O Autor, 2022.
27 p.

Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia de Produção, 2022.

Inclui Referências.

1. Energia Solar Fotovoltaica. 2. Geração de Energia Elétrica. 3. Indústria. I. Ferreira, Giovanni Lisboa. II. Lopes, Jonas Igor de Oliveira. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 619

BRENO HENRIQUE DE ALBUQUERQUE SALES
GIOVANNI LISBOA FERREIRA
JONAS IGOR DE OLIVEIRA LOPES

ENERGIA SOLAR COMO FONTE DE ENERGIA PARA LINHA DE PRODUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC II do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Prof.º Carolina de Lima França
Professor(a) Orientador(a)

Prof.º Titulação Nome do Professor(a)
Professor(a) Examinador(a)

Prof.º Titulação Nome do Professor(a)
Professor(a) Examinador(a)

Recife, ___/___/___

NOTA: _____

RESUMO

Estudos recentes apontam para um significativo crescimento da conversão de energia solar em energia elétrica a partir de elementos fotovoltaicos, como sendo uma das formas mais promissoras de energia alternativa, além de agregar o processo da produção de energia limpa em grandes centros, tanto para demandas residenciais quanto para empresariais. O principal teve como objetivo principal realizar um levantamento bibliográfico sobre energia solar como fonte de energia na linha de produção, além de um estudo sobre os possíveis tipos de manutenção. Através deste trabalho, foi possível analisar que Algumas das vantagens do uso energia solar fotovoltaica são: Trata-se de uma fonte de energia inesgotável, não polui durante o seu uso e é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não necessita de grandes investimentos em linhas de transmissão. Tendo em vista que a escolha do tema foi muito importante, para se atingir os objetivos propostos pela instituição, o tema em questão foi pesquisado e abordado em diferentes meios. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, no qual foram utilizados artigos, livros, teses, que tratavam do assunto.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica; Geração de Energia Elétrica; Indústria.

ABSTRACT

The present work aimed to perform a bibliographic survey about the tools for maintenance management, besides a study about the possible types of maintenance. Through this work, it is concluded that maintenance is directly linked to financial losses in organizations, because regular stops will result in a lower productivity, lower quality, loss of parts and even equipment, which, consequently, will reduce profits. In view of the choice of theme and the whole research process, it can be understood as bibliographical, with the direction and selection of articles, theses and monographs that could transmit all the knowledge acquired in this work. The motivation of this work came from similar researches carried out in a virtual library about the industrial maintenance cost scenario.

Keywords: Maintenance Management; Preventive Maintenance; Costs.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Breve Histórico da Sustentabilidade	11
3.1.1 Qual o amparo jurídico nas questões ambientais?	11
3.1.2 Características da Sustentabilidade	11
3.1.3 Geração de Energia	16
3.1.4 Energia Solar como Fonte de Energia para Linha de Produção	19
4. METODOLOGIA	22
4.1 Tipo de Pesquisa	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

ENERGIA SOLAR COMO FONTE DE ENERGIA PARA LINHA DE PRODUÇÃO

Breno Henrique de Albuquerque Sales¹

Giovanni Lisboa Ferreira²

Jonas Igor de Oliveira Lopes³

Carolina de Lima França⁴

Resumo: Embora sejam muito grandes as reservas de petróleo, gás e carvão no mundo, a disponibilidade desses recursos fósseis diminui a cada dia por causa de suas quantidades limitadas na natureza e pela crescente demanda energética mundial. Neste contexto, as fontes renováveis de energia recebem grande atenção em todo o mundo. O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre as ferramentas para gerenciamento da manutenção, além de um estudo sobre os possíveis tipos de manutenção. Através deste trabalho, conclui-se que a manutenção está ligada diretamente a perdas financeiras das organizações, pois paradas regulares acarretarão numa menor produtividade, menor qualidade, perdas de peças e, até mesmo, de equipamentos, o que, conseqüentemente, reduzirá os lucros. Visando a escolha do tema e todo o processo de pesquisa pode-se entender como bibliográfica, com direcionamento e seleção de artigos, teses e monografias que pudessem transmitir todo o conhecimento adquirido neste trabalho. A motivação da elaboração deste trabalho, partiu de pesquisas semelhante realizada no em uma biblioteca virtual a partir do cenário do custo de manutenção industrial.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção; Manutenção Preventiva; Custos.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar é uma energia renovável e proveniente da luz e do calor do sol, é utilizada placas que contem células solares e que está em constante evolução, para isso, as placas quando posicionadas em direção ao sol, produz uma energia altamente inesgotável e eficiente, e portanto, com o desenvolvimento de novas tecnologias de fontes de energia solar, permite ao sistema de energia solar mais eficiência, crescimento e desenvolvimento por meio do aumento da segurança energética em utilizar uma fonte de energia inesgotável, principalmente por contribuir no aumento do desenvolvimento sustentável e redução da poluição adquiridas por fontes não

¹ Discente do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro- UNIBRA

² Discente do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro- UNIBRA

³ Discente do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro- UNIBRA

⁴ Professor Orientador do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Brasileiro -UNIBRA

renováveis, neste sentido o objetivo desse artigo busca explicar os benefícios da utilização do sistema de energia solar fotovoltaica para o meio ambiente e para a sustentabilidade (SANTOS, 2020)

Existem várias vantagens com o uso da energia solar fotovoltaica e pode-se entender que se trata de uma fonte inesgotável e simplesmente não polui durante sua utilização. De acordo com o Renewables Global (2020), dentre as energias renováveis, a energia solar foi a que apresentou maior crescimento e investimento no mundo durante os últimos anos. E o setor industrial é responsável por quase 35% do total final consumido de energia global, excluindo os usos não energéticos de combustíveis fósseis.

De acordo com a Solarvolt (2022), a discussão sobre as fontes de energia para indústrias é antiga mas, ao mesmo tempo, muito atual: as pessoas têm discutido cada vez mais formas sustentáveis de manter a produção em dia, além das melhores opções de diminuir o orçamento final de uma indústria. Os mais diferentes tipos de energia precisam ser analisados e considerados, de modo que a produção seja boa e consiga atender toda a demanda da empresa.

De acordo com o Renewables Global (2020), dentre as energias renováveis, a energia solar foi a que apresentou maior crescimento e investimento no mundo durante os últimos anos. E o setor industrial é responsável por quase 35% do total final consumido de energia global, excluindo os usos não energéticos de combustíveis fósseis

Segundo ressalta Vichi e Mansor (2017), o sol é a fonte de energia primária mais abundante no mundo e com exceção da energia nuclear, todas as outras fontes, renováveis ou não, são formas indiretas de energia solar. Considerado uma energia renovável, os sistemas de geração de energia solar baseiam-se no efeito fotovoltaico, que converte a irradiação solar diretamente em energia elétrica.

De acordo com Santana (2014), o cenário nacional atual para sistemas de Microgeração (potência instalada menor ou igual a 75 kW) e Minigeração (potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW exceto hidráulica, cujo limite é 3 MW) fotovoltaica é ainda incipiente diante dos recursos solares disponíveis no país. O setor precisa de incentivos do governo, principalmente na redução de impostos setoriais e na elaboração de leilões específicos de energia fotovoltaica.

A motivação da elaboração deste trabalho, partiu de pesquisas semelhante realizada no em uma biblioteca virtual a partir do cenário da energia solar como fonte de energia para linha de produção.

A partir deste cenário abordado, consegue-se esclarecer alguns pontos durante o trabalho. Com isso, a conversão de energia solar em energia elétrica a partir do princípio do elemento fotovoltaico é uma das formas mais promissoras de energia alternativa, sabe-se que painéis fotovoltaicos podem ser os grandes responsáveis pelo aumento da produção de energia limpa no em linha de produção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Analisar a importância da energia solar como fonte de energia em linha de produção.

2.2 Objetivos Específicos

- Trazer os modelos de sistemas de geração distribuída de energia solar fotovoltaica;
- Identificar quais os impactos econômicos no setor industrial;
- Caracterizar as vantagens da implantação da energia solar no setor industrial.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Sendo possível identificar o estado do problema de pesquisa e de acordo com o aspecto teórico na visão de alguns autores, procurou-se trazer toda uma abordagem direcionadas ao tem proposto.

Assim, conforme Dias (2013):

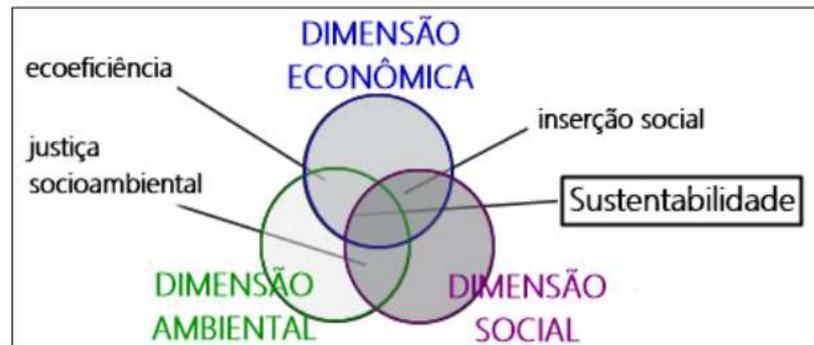
O referencial teórico é que possibilita fundamentar, dar consistência a todo o estudo. Tem a função de nortear a pesquisa, apresentando um embasamento da literatura já publicada sobre o mesmo tema, demonstrando que o(a) pesquisador(a) tem conhecimento suficiente em relação a pesquisas relacionadas e a tradições teóricas que apoiam e cercam o estudo.

3.1 Breve Histórico da Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment – UNCHE*), realizada em Estocolmo em 1972, e cunhado pela norueguesa Gro Brundtland no Relatório “Nosso Futuro Comum” (1987). De acordo com essa definição, o uso sustentável dos recursos naturais deve “suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas”.

Os propósitos maiores do século XIX estavam ligados ao crescimento econômico, exploração dos recursos sociais, a desvalorização da mão de obra e a despreocupação com as questões ambientais. De lá para cá, surgiram mudanças nas concepções e abordagens dessas temáticas, antes muito desvalorizadas e agora reconhecendo-se sua fragilidade, que resultaram em instrumentos jurídicos nas relações do trabalho e de proteção ambiental (CUNHA, 2020, p. 130)

O entendimento das questões políticas, sociais, econômicas e ambientais que se faziam presentes no novo modelo de sociedade, segundo Oliveira et al. (2012), fez surgir em 1968, à primeira discussão a respeito dos impactos gerados pelo homem ao meio ambiente, conforme a Figura 1.

Figura 1: Desenvolvimento sustentável

Fonte: Oliveira (2012)

Assim, a sustentabilidade econômica se enquadra nas condições e traduz na possibilidade de distribuição, produção e uso de modo igualitário das riquezas criadas pelo ser humano, sustentada por estruturas seguras e estáveis.

É notável que com o passar dos tempos o consumo de energia relacionado aos combustíveis fósseis tem aumentado, mesmo sabendo que se trata de um recurso esgotável e gera grandes poluições através da sua queima. Com esse fato, questiona-se o modelo energético atual. O sol se trata da maior fonte primária de energia existente no planeta terra, sendo que ela influencia diretamente nas águas, nos ventos, nas plantas e nos próprios combustíveis fósseis (BORGES, 2012).

A busca por uma alternativa energética sustentável a longo prazo vem despertando interesse em formas de energias limpas e renováveis, de modo a satisfazer as necessidades energéticas e sem ocasionar grandes mudanças para o planeta. Para a resolução dessa questão, é que se insere a energia fotovoltaica, a qual se trata da forma de energia gerada a partir da luz solar e pode ser vista com variadas vantagens sobre as formas de geração tradicional (BORGES, 2012).

A economia, um dos aspectos mais fundamentais para a sociedade contemporânea, é um quesito diretamente influenciado pelos índices de geração de emprego, crises mundiais, fatores/catástrofes naturais, quantidade de impostos, taxa de desemprego, crescimento populacional, investimentos, juros, entre outros (SLAPER, 2013)

No entanto, segundo Passos (2019), o marco inicial sobre a proteção ambiental, no âmbito internacional, foi a Conferência das Nações Unidas (ONU), sobre Meio Ambiente Humano, também conhecido como Conferência de Estocolmo ocorrida em 1972. Nessa ocasião, se “discutiu pela primeira vez as formas para reverter os desequilíbrios socioeconômicos entre países do hemisfério norte e sul” (VIEIRA, 2012)

3.1.1 Qual o amparo jurídico nas questões ambientais?

Segundo Camargo (2013) e Veiga (2016), a então crescente e desequilibrada utilização dos recursos naturais do planeta no processo de desenvolvimento da humanidade é responsável pela geração de inúmeros efeitos danosos sobre o meio ambiente.

Martins e Razuk (2012) demonstram que o desenvolvimento sustentável demanda da harmonização, ou equilíbrio, entre o crescimento econômico e os aspectos socioambientais, isto é, envolvem um conjunto de ações diretamente ligado ao setor econômico, que devem aliar crescimento, desenvolvimento e acumulação de riquezas, mas que respeitem o contexto socioambiental, permitindo assim, sua perpetuidade.

Tal condição encontra suporte no próprio ordenamento jurídico brasileiro, uma vez que, da leitura sistemática dos preceitos propostos pela Carta Magna - Constituição Federal- (1988), denota-se a atividade econômica inserida em um conjunto que demanda a compatibilização com outros valores sociais, culturais ou ambientais. Percebe-se, desta forma, um enorme desafio proposto para os agentes econômicos, qual seja: desenvolver suas atividades e atuar em um cenário econômico que busca a maximização de seus resultados mediante uma gestão socioambiental comprometida.

No entanto, no aspecto estratégico do desenvolvimento econômico, os impactos nocivos ao meio ambiente podem funcionar como limitadores do processo desenvolvimentista, indicando que os gerenciadores das políticas públicas, não devem hesitar na tomada de decisões. Pois caso as mesmas sejam decididas, mesmo que com base em indicadores socioambientais, se esses forem minimamente

negligenciados, certamente terão impactos econômicos e ambientais de grandes proporções.

Entre as ações antrópicas que podem ser citadas como limitadoras para o equilíbrio do meio ambiente, estão as degradações do meio ambiente, em função da carência dos recursos naturais disponíveis, identificadas em sociedades em franca expansão desenvolvimentista. Nesse sentido, convém destacar que o uso incorreto ou a exploração predatória dos recursos naturais, resulta em crimes ambientais. Esses, por sua vez, possuem amparo jurídico na Lei Federal nº 9605/1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 2013).

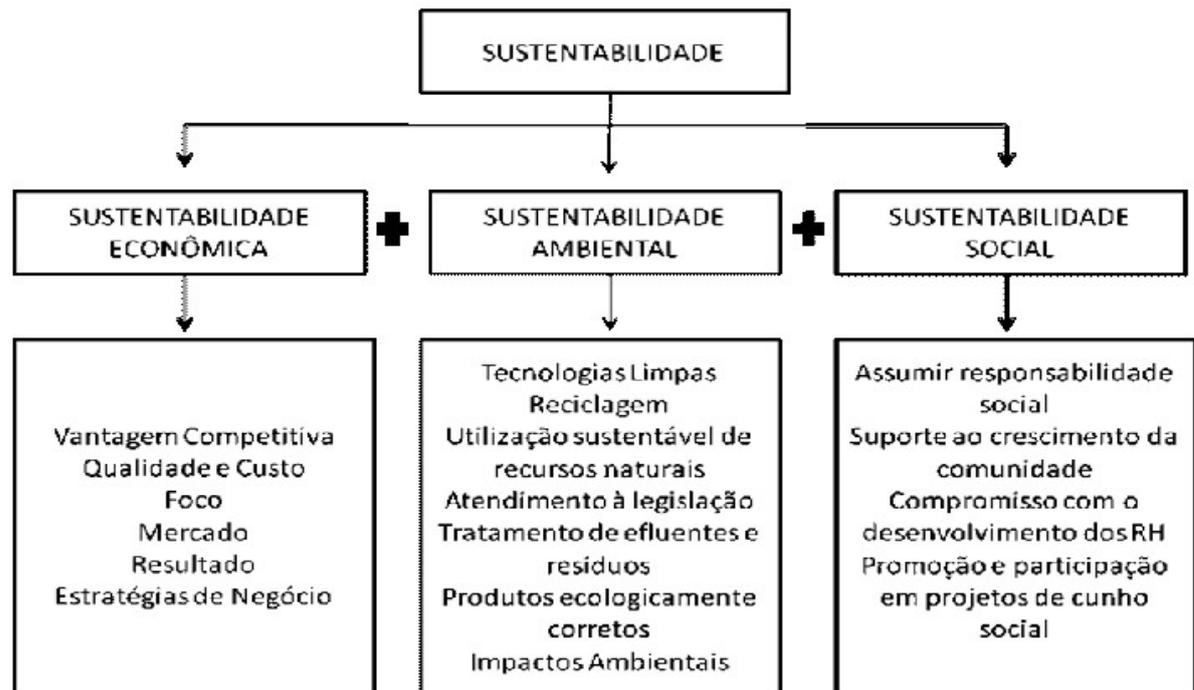
Neste contexto, o artigo 225 do título VIII da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, discorre sobre o meio ambiente, assegurando a todos o “direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e as futuras gerações” (BRASIL, 2013)

Todo este respaldo jurídico foi necessário, para regulamentar a utilização dos recursos naturais, e esse se justifica pelo uso desenfreado dos recursos naturais, seu manejo e o descarte inapropriado de resíduos das atividades antrópicas, realizada ao longo do tempo. Evidentemente, se não monitorado, regulamentado seu uso e aplicadas ações de mitigação, o ambiente sofreria um colapso, colocando em risco todo o processo de desenvolvimento da Nação, principalmente, aquelas que desencadeando questões de saúde pública (CUNHA, 2020)

3.1.2 Características da Sustentabilidade

Existem alguns princípios que podem compor o conceito da sustentabilidade. A sustentabilidade empresarial por exemplo, é essencial que esse compromisso seja integrado à cultura organizacional, de modo com que permaneça enraizado, como demonstra a Figura 2.

Figura 2: Bases para sustentabilidade empresarial



Fonte: Cândido (2020)

Assim, consegue-se entender que as características da sustentabilidade, pode ser expressa basicamente em:

- atender suas demandas internas e obter diferencial competitivo;
- ter acesso a incentivos governamentais;
- atrair novos mercados para os produtos e serviços;
- redução de custos de produção, envolvendo desde os materiais até o consumo de água e energia;
- auxílio no desenvolvimento sustentável da sociedade;
- satisfação do consumidor, que se identifica com os valores da empresa;

O consumo de energia pelo homem depende de uma série de fatores e, do ponto de vista técnico, está relacionado com a transformação da energia de que dispomos na natureza em formas de energia de que necessitamos. A ideia de energia mais comum está na capacidade de realizar trabalho. Desse conceito deriva várias

formas de energia existentes, tais como cinética, gravitacional, elétrica, elástica, térmica, radiante, química e nuclear.

De acordo com Santos (2020), a relação entre energia e desenvolvimento econômico-social é bastante discutida por cientistas humanos. O desenvolvimento tecnológico, o crescimento industrial e a melhora no padrão de vida em determinada sociedade são acompanhados pela evolução do consumo de energia através do aumento dos recursos energéticos.

A constatação dessa relação implica na importância dada à questão energética pelos países industrializados ou em desenvolvimento, pois na medida em que uma sociedade amplia seu conhecimento sobre fontes de energia, conquista um maior controle sobre a natureza e extrai dela recursos que possibilitam a melhora no padrão de vida. De uma forma geral, portanto, o grau dos recursos energéticos conquistados está relacionado com o desenvolvimento tecnológico de um país. Assim, o progresso técnico que possibilitou o desenvolvimento industrial na escala que conhecemos, a partir do século XVIII até nossos dias, possibilitou à humanidade um aumento significativo do consumo de energia.

3.1.3 Geração de Energia

A geração de energia é muito importante no Brasil e no mundo. Dentre as formas de energia consumida pela humanidade, a elétrica tornou-se uma das mais importantes, pois, a partir dela, houve mudanças em vários aspectos da sociedade. Descoberta no início do século XIX, só foi possível seu consumo em larga escala nas últimas décadas desse mesmo século, e sua expansão está relacionada com o desenvolvimento de uma nova fase do capitalismo, o chamado capital industrial. Por sua vez, a eletricidade passa a ser um importante elemento no processo de modernização das sociedades, impulsionando a própria industrialização, alterando a estrutura urbana e refletindo na própria cultura. Basta olharmos à nossa volta nos dias de hoje para vermos quantos benefícios a energia elétrica nos traz – iluminação sistematizada, aparelhos eletrônicos (televisão, rádio, computadores...), transportes, máquinas industriais, telefones etc. (SANTOS, 2020)

Um sistema fotovoltaico de energia se trata da composição de um ou mais módulos fotovoltaicos, juntamente com um conjunto de equipamentos, como bateria, controladores de carga, inversores e alguns equipamentos de proteção. Esses equipamentos podem variar a depender da aplicação. Os sistemas fotovoltaicos contêm células solares capazes de converter a energia solar diretamente em eletricidade. Cada célula solar tem em sua composição de camada material semicondutor. Quando a radiação solar incide sobre uma célula solar é gerado um potencial elétrico (tensão) através das camadas de material semicondutor. Esse potencial é responsável pela circulação de corrente elétrica por um circuito externo quando este é fechado (PHILIPPI JR. et al., 2016).

A tecnologia fotovoltaica pode ser instalada em quase todas as regiões do planeta. Por não conter partes móveis, esses sistemas podem operar de forma silenciosa. Sistemas fotovoltaicos geralmente têm uma durabilidade de 25 anos (PHILIPPI JR. et al., 2016)

Esta reestruturação energética pode ser facilmente observada na matriz elétrica brasileira que possui, atualmente, origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica e a geração de energia por hidrelétricas. No Balanço Energético Nacional referente ao ano de 2018, a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2019), divulgou dados referentes à demanda de energia elétrica no Brasil, onde observa-se que as fontes renováveis representam 83,24% da oferta interna de energia elétrica consumida no Brasil.

Neste cenário de energias renováveis, o estudo realizado por EPE (2019), apresenta que, da produção total de energia por fontes renováveis, as parcelas originárias de hidrelétricas representam 66,6%, energia eólica 7,6%, resíduos de biomassa 8,5% e energia solar apenas 0,54%, demonstrando que estas últimas ainda possuem pouca representatividade no setor energético. Todavia percebe-se a crescente inserção das mesmas, na matriz energética, uma vez que existe uma demanda por sustentabilidade e utilização de fontes de energia mais limpas.

Os principais problemas oriundos da utilização de fontes energéticas não renováveis, em especial derivadas de petróleo, para o desenvolvimento econômico e industrial obtido Pós-revolução Industrial, são a poluição do ar urbano, chuva ácida,

efeito estufa, mudanças climáticas, desmatamento, desertificação, degradação marinha e costeira, alagamentos e contaminações radioativas (REIS et al. 2012).

Portanto, o processo de conversão da energia solar em energia elétrica acontece por meio de células fotovoltaicas onde normalmente são feitas de silício ou outro material semicondutor, sendo em duas camadas: uma positivamente carregada e outra negativamente carregada, formando uma junção eletrônica. Quando a luz do sol atinge o semicondutor na região dessa junção, o campo elétrico existente permite o estabelecimento do fluxo eletrônico, antes bloqueado, e dá início ao fluxo de energia na forma de corrente contínua. Quanto maior a intensidade de luz, maior o fluxo de energia elétrica, mas não precisa do brilho do sol para operar, pois gera eletricidade também em dias nublados (ANEEL, 2018)

Geralmente são três componentes básicos de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica. O primeiro, é responsável pela geração de energia através de painéis fotovoltaicos. O segundo, usado apenas no sistema off-grid, é responsável pelo armazenamento da energia gerada em corrente contínua, sendo constituído basicamente por um banco de baterias. Por fim, o terceiro é responsável pelo condicionamento de potência, sendo composto por um inversor que transforma a corrente contínua oriunda do banco de baterias em corrente alternada compatível com equipamentos convencionais, no qual para o sistema off-grid exige um controlador de carga que permite controlar a carga e descarga, bem como proteger o banco de baterias (PINHO, 2014)

A energia solar apresenta diversas vantagens. De acordo com Braga (2008), a vantagem mais clara é não precisar pagar conta de luz, pois a luz solar é de graça. Esse modelo de geração de energia é limpo, já que não produz nenhum tipo de poluição, e é renovável.

Quanto ao sistema fotovoltaicos, a vantagem para os módulos é a necessidade de mínima manutenção, já que sua vida útil é superior a 25 anos e possui uma fácil instalação, sem necessidade de peças móveis, desse modo, requer o mínimo de manutenção, somente limpeza dos painéis. A instalação é simples, não há consumo algum de combustível, é resistente a condições climáticas externas (granizo, vento, temperaturas e umidade), não causa impacto ambiental, permite aumentar a potência

instalada através de incorporação de módulos adicionais, gera energia mesmo em dias nublados (NARUTO, 2017).

As desvantagens são que as células fotovoltaicas necessitam de tecnologia sofisticadas para a sua fabricação, o custo do investimento ainda é elevado e o rendimento real de conversão de um módulo é reduzido, face ao custo de investimento (NARUTO, 2017).

3.1.4 Energia Solar como Fonte de Energia para Linha de Produção

O modo de produzir energia solar nas indústrias é semelhante ao processo de geração nas residências e no comércio. Contudo, o sistema é feito em larga escala em razão da dimensão dos equipamentos fotovoltaicos, bem como, de acordo com as necessidades de cada propriedade.

É por isso que esse tipo de instalação requer um planejamento bem-feito, levando em conta questões essenciais. Esses fatores envolvem retorno sobre o investimento, economia e instalação de equipamentos de qualidade. E os itens necessários constituem as placas solares, o inversor solar, além da bateria para armazenamento (quando necessário), adequando-as à estrutura de instalação dos painéis. Todo esse aparato, portanto, resulta em muitos benefícios para quem opta pela energia solar,

Empresas de qualquer porte podem se beneficiar de uma grande economia ao instalar um sistema fotovoltaico. Não importa o segmento de atuação da indústria, essa alternativa pode proporcionar, em médio prazo, uma significativa economia que reflete nos custos fixos do negócio. A princípio, investir no equipamento solar representa um custo um pouco elevado. Entretanto, existem diversas linhas de financiamento que facilitam muito a aquisição dos equipamentos. E, com o tempo, a conta de energia tende a diminuir expressivamente, chegando a 95% em determinados casos. Tudo depende do tipo de instalação e da localização (NERIS, 2022)

Ainda segundo Neris (2022), Grandes marcas, como a Walmart, já aderiram à energia solar. No entanto, não são apenas as indústrias de renome que se engajam nesse movimento. Donos de pequenos negócios já perceberam a necessidade de tomar atitudes mais sustentáveis em suas empresas. Por meio de ações desse tipo, as corporações desenvolvem projetos mais eficientes, capazes de educar e conscientizar seus clientes e

colaboradores. Além disso, outras condutas sustentáveis podem perfeitamente fazer parte da cultura corporativa. É possível reduzir o uso de papel, de água, adotar sistemas automatizados para uso de lâmpadas e aumentar o consumo de biocombustíveis nos veículos. Com essas estratégias, a consciência ambiental pode ser enraizada na sociedade, garantindo, mais chances de preservar o meio ambiente, poluindo bem menos e aumentando a qualidade de vida.

Sistemas fotovoltaicos apresentam impactos socioambientais de baixa escala, possuem flexibilidade locacional e permite a aceleração da eletrificação em locais distantes com difícil acesso. Se há alguns anos era difícil e de alto custo adquirir um painel solar, com o passar do tempo os preços, tanto dos equipamentos quanto da instalação, tornaram-se acessíveis, com possibilidade de economia de 50 a 95% na conta de luz, e o investimento gasto na instalação das placas é pago pela economia gerada com a redução na conta (PORTAL SOLAR, 2017).

Ao se calcular a composição de custo de energia elétrica, seja em uma residência ou indústria, é necessário saber quais os itens pertencentes. O custo médio da energia elétrica pode ser dividido em cinco componentes: geração, transmissão e distribuição (GTD); perdas técnicas e não técnicas; encargos setoriais; bandeiras tarifárias; e tributos estaduais e federais. Em um estudo realizado desde 2011 pela Firjan (2017) para dimensionar quanto custa a energia elétrica para uma indústria de pequeno a médio porte, o valor atingido foi de R\$ 504,00 por megawatt hora (MWh), sem contar os impostos.

Em relação à energia solar, os custos mais onerosos decorrem da implantação dos sistemas, que dependem, sobretudo, da quantidade de placas solares necessárias para atender a demanda energética (DANTAS E POMPERMAYER, 2018).

O IPEA estudou em 2018 a viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos (on-grid) no Brasil e simulou o preço final de três sistemas contendo seis, dez e dezoito placas que incluindo a instalação, suporte, placas, inversores e proteção foram de R\$11.548,00, R\$16.967,00 e R\$27.458,00 respectivamente. Em Goiás, no ano de 2018, o custo unitário médio da energia solar fotovoltaica (ESF), considerando a irradiação solar, variou entre R\$0,39 e R\$0,49 por kWh, o mesmo valor estimado para

o Ceará e até mais barato que outros estados da região Nordeste onde a radiação solar é mais alta. E ainda, em todos os municípios do país a geração de ESF foi inferior à da energia fornecida pelas distribuidoras, na tarifa residencial incluindo tributos (DANTAS e POMPERMAYER, 2018)

Assim, nesse sentido, a energia solar só tem a contribuir com uma nova cultura de sustentabilidade, aliada a uma consciência ambiental. A ideia é preservar os meios de produção e garantir melhor qualidade de vida no futuro.

4. METODOLOGIA

Visando a escolha do tema e todo o processo de pesquisa pode-se entender como bibliográfica, com direcionamento e seleção de artigos, teses e monografias que pudessem transmitir todo o conhecimento adquirido neste trabalho.

O tema em questão foi pesquisado e abordado em diferentes meios. O contexto histórico foi estudado em livros, os conteúdos atuais foram procurados em artigos e teses publicadas, e as boas práticas e o estudo de caso foram elaborados principalmente através de conversas e debates com profissionais do mercado.

Assim, sobre pesquisa bibliográfica:

Pesquisa bibliográfica entende-se a leitura, a análise e a interpretação de material impresso. Entre eles podemos citar livros, documentos mimeografados ou fotocopiados, periódicos, imagens, manuscritos, mapas, entre outros (GIL, 2002)

Diante do que foi explorado, foi feito um estudo qualitativo para a elaboração do presente trabalho e adotou-se a pesquisa de arquivos de natureza descritiva, sendo desenvolvido como procedimento a busca de livros e biblioteca on-line que pudessem trazer base sobre o tema de Energia Solar. Foram utilizados como fonte livros, sites da internet, bem como trabalhos – monografias e teses - com o mesmo objetivo de estudo para conclusão do mesmo.

Relativa à abordagem utilizada, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa. Dentre as características que definem esse tipo de pesquisa, pode-se destacar que a mesma é composta através de várias fontes de informações, trazendo assim demonstrações e contribuições de assuntos já existentes, correlacionado com o tema objeto de estudo (YIN, 2016). Referente aos fins da pesquisa a mesma é classificada como explicativa, pois, tem como finalidade principal explicar determinado conteúdo. Porém, além da explicação do tema, a pesquisa busca fazer relações e hipóteses de como determinados acontecimentos.

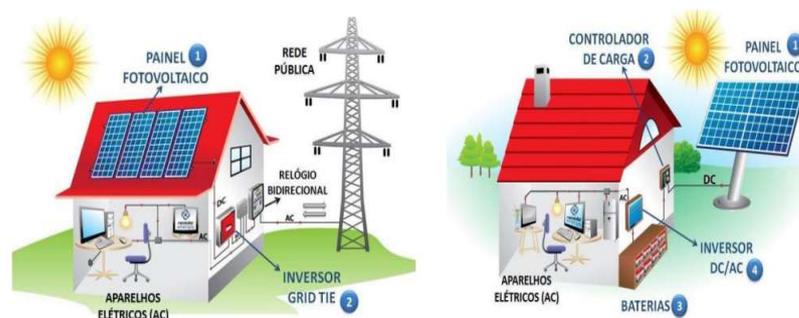
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sistema de Geração de Energia

A Resolução 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

A energia solar é renovável e gera pouquíssimos impactos em relação a outras fontes de energia, como a hídrica, por exemplo. Uma vez que a segunda, apesar de possuir vantagens, como ser uma fonte de baixo custo e baixa flexibilidade operacional e produzir grandes quantidades de energia simultaneamente, afeta o meio ambiente durante a construção das usinas e de suas linhas de distribuição em função da impossibilidade de geração no local de consumo, compromete a qualidade da água além de afetar a população humana, da fauna e flora do local Figura 1. Enquanto os impactos ambientais causados pela utilização da energia solar fotovoltaica estão, em sua maioria, relacionados à cadeia produtiva das células solares, devido ao potencial poluidor de matérias primas como o silício (DA ROSA, 2016).

Figura 1: Sistemas *on grid* e *off grid* em residências



Porém, se o processo de fabricação das placas for adequado aos padrões ambientais, existe a possibilidade de controlar seu impacto (SILVA, 2018). Outra vantagem é que a geração de ESF é feita no local do consumo, não tendo, portanto,

gastos com a transmissão da energia. Ao comparar essas duas fontes de geração de energia em Indústrias, hidrelétrica e solar, a utilização da fonte solar os impactos positivos se sobressai dos negativos, tornando-a assim mais eficiente e recomendada para investimentos com visão de um futuro mais econômico e sustentável, com menor interferência na fauna e flora, maior valorização do empreendimento, flexibilidade de implantação e principalmente a possibilidade de geração de energia em lugares isolados e de difícil acesso.

No atual cenário de um mercado cada vez mais globalizado e competitivo, reduzir custos operacionais e maximizar a produção é a vontade e o querer de toda a atividade industrial, que tem no uso da eletricidade um dos seus principais gastos financeiros, e que representa um insumo essencial para o desenvolvimento com qualidade e segurança de seus produtos, seja para iluminar, refrigerar, esquentar, mover máquinas, equipamentos e uma enorme gama de processos realizados cotidianamente em todos os setores da economia. Para isso a utilização da eficiência energética é um dos principais movimentos crescentes no ramo.

No entanto, ainda que o Brasil possua um enorme potencial para a utilização desse tipo de energia, os baixos rendimentos apresentados pelas tecnologias, em sua conversão de energia solar em eletricidade, e os investimentos iniciais de valores elevados formam empecilhos consideráveis para a utilização em terras nacionais (PINHO et al, 2018).

Ainda que apresente diversos obstáculos para a geração de energia fotovoltaica, o Brasil é o país na América do Sul que onde as pesquisas e tecnologias para geração de energia fotovoltaica estão mais avançadas. Sendo o pioneiro na fabricação de célula fotovoltaica para comercialização, através de silício monocristalino, indo além da montagem primária de painéis solares (MARINI; ROSSI, 2013).

Resultando da crise mundial do petróleo em 1973 surgiu a primeira indústria nacional de módulos fotovoltaicos, com sede em São Paulo, chamada Fone-Mat, essa empresa era do ramo de telecomunicações, montava seus módulos com base em células fotovoltaicas de outra empresa, a internacional Solarex, e pretendia atender as necessidades do mercado de telecomunicações no período (MARINI; ROSSI,

2013). No terceiro mês do ano de 1980 a Heliodinâmica instalou sua sede em Vargem Grande Paulista, no início produzia coletor solar planos com utilização em setores residenciais e em fábricas, em dois anos teve início a fabricação de targos cilíndricos e lâminas de silício monocristalino. Em 1985 a empresa tinha alcançado uma fase de prosperidade com uma capacidade de fabricação instalada de 1MW/ano, equivalente as de fábricas estrangeiras, possuindo um capital de US\$ 10.000.000,00, contando com 100 colaboradores (SOARES; VIEIRA; GALDINO, 2010).

5.2 Impactos Econômicos

Seguindo essa linha, outro mecanismo que se mostra bastante relevante é o leilão incentivado (tendering). Este mecanismo busca promover o desenvolvimento efetivo das energias renováveis ao fornecer um esquema de alocação não discriminatório e transparente que diminui o suporte público. Como resultado, as propostas que participam dos leilões buscam reduzir o custo da sociedade limitando os subsídios do governo às plantas com melhor desempenho. Para atingir essas promessas, o design apropriado das propostas, desde os critérios de pré-qualificação e execução até a regulação final é fundamental. (SOLAR POWER EUROPE, 2017) Não pode deixar de ser citada, a implementação da "renewable energy net pricing law" (Preço Líquido para a energia Renovável) que foi determinante para que a Alemanha superasse o Japão em crescimento de mercado. A partir dessa política governamental, o país conseguiu desenvolver rapidamente a sua indústria fotovoltaica e ainda houve um declínio no custo da geração de energia fotovoltaica, aproximadamente 20% em três anos, estabelecendo assim um sistema de energia renovável. A partir disso, leis semelhantes foram instituídas em países europeus e nos Estados Unidos. Contudo, ressalta-se que esses mecanismos de incentivos foram utilizados como uma forma de estimular o desenvolvimento e a popularização da tecnologia do sistema fotovoltaico como fonte de geração de energia elétrica. Sendo assim, atualmente, os países, incluindo o Brasil, têm realizado uma revisão da regulamentação do micro e da mini geração distribuída com o intuito também de inserir uma maior gama de outros recursos energéticos distribuídos. Países como Alemanha, Austrália, Japão e Reino Unido, entre outros, reduziram ou extinguiram as tarifas prêmio pagas aos geradores pela energia injetada na rede. Enquanto que em outros houve o aumento da cobrança fixa da tarifa, o implemento de uma taxa anual aos

geradores ou ainda passaram a cobrar uma tarifa dinâmica dos consumidores com geração distribuída.

5.3 Vantagens da Implantação

A tecnologia fotovoltaica tem mostrado na última década um potencial para se tornar uma importante fonte de geração de energia para o mundo, apresentando um crescimento robusto e contínuo, mesmo em tempo de crises financeiras e econômicas. No final de 2009, a capacidade acumulada instalada no mundo era de quase 23 GW. No ano seguinte, foi de 40 GW e em 2011, mais de 69 GW estão a nível mundial, o que representa uma produção de 85 TWh de eletricidade por ano. Este volume de energia é suficiente para atender às necessidades energéticas anuais de mais de 20 milhões de domicílios (TORRES, 2012).

No ano de 2012, a capacidade mundial total de energia solar fotovoltaica rompeu a barreira dos 100 GW. A Alemanha e a Itália eram responsáveis por deter àquela época mais de 50% dessa capacidade, com 32,3 GW e 16 GW respectivamente. Além disso, cabe ressaltar que a Alemanha tem planos audaciosos de atingir 100% de energia limpa e inesgotável em utilização até 2050.

Porém, salienta-se que a Europa deixou de liderar o número de instalações à medida que foram sendo retirados os incentivos. Dessa forma, nos últimos anos tem sido observada uma transferência da liderança no número de instalações para países asiáticos, principalmente a China (SOLARPOWER EUROPE, 2015).

Se formos mais à frente na linha temporal, é possível notar o crescimento substancial da capacidade mundial. Segundo o Global Market Outlook, essa capacidade subiu de 9.2 GW em 2007 para 404.5 GW em 2017, representando um aumento de mais de 4.300%. Em 2020, essa capacidade atingiu a marca de 760 GW. O Brasil também teve sua parcela de contribuição nessa ascensão. Segundo a ANEEL (2017), o número de conexões de micro e minigeração de energia ultrapassou sete mil instalações no ano de 2017 com potência instalada de 75.071,09 KW, enquanto em 2012 havia apenas 4 conexões registradas. Na figura 2.9, é possível observar a evolução global da energia solar fotovoltaica entre os anos de 2021 a 2022.

De acordo com o plano decenal de energia (PDE 2031), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), há projeções que indicam que a capacidade instalada de energia elétrica no Brasil vai subir 37,5% em dez anos. Ele indica ainda que as usinas hidrelétricas devem perder nesse mesmo período espaço para outras fontes, passando a deter 45% dessa capacidade, em vez dos 58% atuais. Dentro desses números, vale a pena salientar que a geração distribuída renovável deve dobrar a sua participação de 8% para 17%, impulsionada pela grande expansão da energia solar (de 2% para 4%) e também pelo crescimento da energia eólica (10% para 11%).

Portanto, percebe-se que apesar do alto investimento na implantação de energia solar, os governos dos estados tentam criar incentivos para aumentar a geração de energia com fontes renováveis, visando o futuro da energia de maior qualidade e limpa, reduzindo gastos e aumentando a produtividade das indústrias. Pois apesar do estado de Goiás receber uma parte considerável de impostos na geração de energia por meio da concessionária, atualmente a mesma não é estatal, mas privatizada, o que contribui para o aumento dos incentivos do governo.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a energia solar como fonte de produção de energia para linha de produção, no qual foi possível também caracterizar o cenário da sustentabilidade que tem tomado proporções cada vez maiores devido aos trágicos episódios de desastres naturais que causam não apenas prejuízos financeiros extraordinários como também desabrigam inúmeras famílias e causam milhares de mortes.

Todas essas questões fazem com que o homem busque formas cada vez menos agressivas a natureza, na construção civil os empreendimentos buscam o que chamamos de tripé fundamental: ambiental, financeiro e social. Embora os incentivos governamentais para o desenvolvimento de energias alternativas ainda sejam escassos a geração de energia através de painéis fotovoltaicos atende ao tripé fundamental.

Assim, 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. A economia da implantação deste sistema nas residências e principalmente em linha de produção, tem auxiliado na aceleração dos processos e principalmente tendo a sustentabilidade como pilar. Gerando grande rentabilidade, levando em conta que este tipo de sistema instalado não exige uma manutenção com frequência.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. Panorama solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. Infográfico. Vol 29. 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em 05 set. de 2022.

ANEEL. “Operação Capacidade do Brasil”. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Vade Mecum. 16. ed. atualizada e ampliada. São Paulo: Saraiva, 2013, p. 7- 77.

CUNHA, Indiara Barcellos da. **Aspectos relativos às tecnologias empregadas na geração de energias limpas.** 2020, p.130. Disponível em: <file:///c:/users/downloads/admin,+aspectos+relativos+%c3%80s+tecnologias+empregadas+na+gera%c3%87%c3%83o+de+energias+limpas.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2022

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios.** Campinas, SP: Papyrus, 2013.

DA ROSA, A., BOZIKI, D., JARDIM, R., e CAMPELLO, R. Os incentivos e os impactos ambientais da energia solar no brasil. Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICTSUL. 2016: n. pág. Web. Acesso em: 09 out. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

PASSOS, P.N.C. **A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente.** Revista Direitos Fundamentais e Democracia, vol. 6, 2019.

NERIS, Alessandra. Energia Solar. 2022. Disponível em: <https://www.aldo.com.br/blog/conheca-os-beneficios-da-energia-solar-para-industrias/>. Acesso em: 07 out. 2022.

PINHO, J.T.; BARBOSA, C.F.O.; PEREIRA, E.J.S; SOUSA, H.M.S; BLASQUES, L.C. Sistemas híbridos – Soluções energéticas para a Amazônia. 1 ed. Basília, Basil: Ministério de Minas e Energia, 2014. 396 p.

PINHO, J.T.; BARBOSA, C.F.O.; PEREIRA, E.J.S; SOUSA, H.M.S; BLASQUES, L.C. Sistemas híbridos – Soluções energéticas para a Amazônia. 1 ed. Brasília, Basil: Miniestério de Minas e Energia, 2018. 396 p.

SLAPER, Timothy F. The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work? 2013.

SOLARVOLT. Fonte de energia para indústria. 2022. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/fontes-energia-industria/>. Acesso em: 05 set. 2022.

SOARES, G. F. W. ; VIEIRA, L. S. R. ; GALDINO, M. A. ; OLIVIERI, M. M. A. ; BORGES, E. L. P. ; CARVALHO, C. M. ; LIMA, A. A. N. . Avaliação Técnico-Econômica da Aplicação de Sistemas Fotovoltaicos Individuais e de Centrais com Minirredsr na Eletrificação Rural. Revista Brasileira de Energia Solar , v. II, p. 117-128, 2010.

SANTOS, Marília Gabriela Cruz dos Santos. **Possíveis benefícios da utilização do sistema de energia solar fotovoltaica para a sustentabilidade ambiental.** 2020. Disponível em: www.unirios.edu.br/eventos/forumadm/anais/arquivos/2020/possiveis_beneficios_da_utilizacao_do_sistema_de_energia_solar.pdf. Acesso em: 30 jun. 2022.

SILVA, E. da. CONSUMO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA EM INDÚSTRIAS DO RAMO DE BEBIDAS NO BRASIL. 2018. 65 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica, Centro Universitário UNIFACVEST, Lages, SC, 2018. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/6a769-silva,-e.-consumo-eficiente-de-energia-eletrica-em-industrias-do-ramo-de-bebidas-no-brasil.-tcc.2018..pdf> Acesso em 15 set. 2022.

SOLARPOWER. Célula fotovoltaica: tudo o que você precisa saber. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>. 2015. Acesso em 06 de nov. de 2022.

TORRES, D. G. B., et al. Células fotovoltaicas: desenvolvimento e as três Gerações. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 – Ed. Especial – março, 2019 – p. 1-6. Disponível em: <http://creaprw16.creaprw.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/viewFile/540/326>. Acesso em: 08 dez. 2022.

YIN, Robert K. **Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim.** Grupo A, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584290833/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

