

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA
FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS E LETRAS**

Douglas Araujo

O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES

ITUVERAVA

2021

DOUGLAS ARAUJO

O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Fundação
Educativa de Ituverava, para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. Murillo Coelho
Theodoro Neves**

ITUVERAVA

2021

DOUGLAS ARAUJO

O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras,
Fundação Educacional de Ituverava, para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.**

Ituverava, _____ de _____ de _____.

Orientador (a): _____
Prof. Dr. Murilo Coelho Theodoro Neves

Examinador (a): _____
Nome do examinador (a)

Examinador (a): _____
Nome do examinador (a)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Jane Machado Claudino de Araújo e Maciel Antônio de Araújo, não há em mim palavras que possam representar a imensa gratidão que tenho a vocês por tudo que representam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me apoiaram e foram presentes em toda a jornada., obrigado aos colegas da turma, aos professores, a Instituição e a minha família que sem ela isso jamais seria possível.

“Eu colocaria meu dinheiro no sol e na energia solar. Que fonte de energia! Espero que não tenhamos que esperar até que o petróleo e o carvão acabem para fazer isso”.

Thomas Edison

RESUMO

A sociedade, tem sua rotina envolvida em tecnologias no desenvolvimento de suas atividades, o que significa dizer a necessidade de dispor de fornecimento de energia elétrica como forma de proporcionar condições de uso das tecnologias, questão que envolve a preocupação social em buscar meios de geração de energia, que não causem impactos ambientais e resultem em gastos menores de instalação. A sustentabilidade foi discutida a partir do final da década de 60, pois não se deveria utilizar de uma única fonte de energia e soluções para diminuir o alto custo de instalação operacional de usinas. O Objetivo do presente trabalho é apresentar a importância do uso da radiação solar como fonte de geração de energia fotovoltaica. Destarte, O sistema de energia fotovoltaica mostra-se como solução para o uso de recurso natural inesgotável e limpo, principalmente no Brasil devido sua localização geográfica.

Palavras-chave: Energia Solar. Sistema Fotovoltaico. Meio Ambiente.

SUMMARY

The society has its routine involved in technologies on the development of its activities that means say a way to support to provide electricity to afford conditions for using the technologies, the matter that involves social concern in seeking way to generate energy that doesn't causes environmental impacts and result in lower installation costs. The sustainability was discussed from de the end of 60's, because its shouldn't use the only one energy source and about solutions to decrease that high cost with power plant installation. The Objective from this source is to show the importance of using from solar radiation as photovoltaic energy generation source. Then, the system of photovoltaic energy shows itself as a solution to inexhaustible natural resource and clean, mainly in Brazil because its geographic location.

Keywords: Solar Energy. Photovoltaic. Sustum. Environment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. METODOLOGIA.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 A HISTÓRIA DO INÍCIO DAS PESQUISAS SOBRE ENERGIA FOTOVOLTAICO.....	12
3.2. ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	15
3.3. A IMPORTÂNCIA DO USO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO REFERENTE AO MEIO AMBIENTE E A REDUÇÃO DE CUSTOS.....	22
3.3.1. REDUÇÃO DE CUSTOS DE CONTAS ENERGIA ELÉTRICA POR FORNECIMENTO DE CONCESSIONÁRIAS.....	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O ser humano vive em constante pesquisa por tecnologias que proporcionem autonomia à sociedade, por conseguinte suas descobertas abriram espaços para agilizar e facilitar suas tarefas diárias. A atual rotina da sociedade vê-se envolvida no uso ininterrupto das tecnologias, entretanto se faz necessário o consumo de energia elétrica para que se possa dar funcionalidade as tecnologias.

A energia elétrica é distribuída às edificações, através de concessionárias que são responsáveis pelo seu fornecimento. Mas, a geração de energia elétrica é feita em sua maior parte, através de usinas de geração de energia que se utilizam de recursos naturais como fonte de geração de energia.

O Brasil, devido a seu grande potencial hidráulico tem investido em construção de Usinas Hidrelétricas, que atualmente representa 90% da energia gerada no país. Outros tipos de usinas Geradoras de energia podem ser citados: gás natural, biomassa, solar, eólica, carvão e nuclear.

Um das preocupações que mobilizam a sociedade e pesquisadores é o uso de recursos naturais renováveis, visto que o uso excessivo de recursos sem consciência ambiental, assim pode tornar o recurso natural escasso no meio ambiente. Por isso, busca-se fontes de recursos renováveis como forma de geração de energia.

O desafio de encontrar soluções em fonte de energia está presente na sociedade há muito tempo, prova foram as primeiras pesquisas sobre energia alternativa no século XIX, dando início ao desenvolvimento do efeito fotovoltaico.

O desenvolvimento da geração de energia através da luz solar, caracteriza-se como energia renovável e limpa. O uso da energia solar como fonte de recurso natural para a geração de energia tem-se mostrado viável em sua aplicabilidade pelo custo baixo e o retorno de investimento a curto prazo. Por isso, tecnologias e soluções têm sido desenvolvidas, a fim proporcionar soluções ambientais e custo baixo.

As vantagens da implantação da energia fotovoltaica têm alcançado cada vez mais adeptos ao sistema de geração de energia, visando a redução de custos em conta de energia elétrica, distribuídas por empresas de energia e luz, e também, a consciência ambiental. A implantação do sistema de geração de energia fotovoltaico tem ganhado espaço desde edificações comerciais, como também em edificações residências, visto que o custo não é alto

e o retorno do investimento por meio da redução nas contas de energia pode -se considerar rápido.

A presente pesquisa busca apresentar a relevância e as vantagens do uso de fonte de energia fotovoltaica em edificações residenciais e comerciais, sendo o objetivo geral “Expor as vantagens econômicas e socioambientais do uso de energia fotovoltaica”.

2. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo geral foram desenvolvidos os objetivos específicos:

- Abordar a história do desenvolvimento da tecnologia de energia fotovoltaica;
- Apresentar como são desenvolvidos os processos de geração de energia fotovoltaico;
- Expor as vantagens e desvantagens do uso da energia fotovoltaica;

O trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, sendo utilizadas fontes confiáveis em sites, que deram embasamento para o desenvolvimento textual. No primeiro capítulo buscou-se explicar o desenvolvimento da tecnologia das células fotovoltaicas desde o início de sua invenção até os dias atuais, após no segundo capítulo, foi apresentado as tecnologias e o seu funcionamento sendo explicado sua funcionalidade. Para finalizar, o terceiro capítulo, foi exposto as vantagens e desvantagens do uso de energia fotovoltaica. A pesquisa é finalizada pelas considerações finais que exprimem as considerações do autor.

O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica a fim de esclarecer através de informações abordadas as vantagens e desvantagens do uso de energia fotovoltaica que permitam ao consumidor e autoridades escolher a forma de consumo de energia, pois a implantação do uso da energia fotovoltaica proporciona tantos os pontos negativos quanto os positivos, relacionando-se a aspectos econômicos, sociais e ambientais. Devem-se atentar as melhores opções de geração de energia elétrica já que a demanda de consumo se tem mostrado crescente devido aumento da urbanização e uso de tecnologias.

3. REVISÃO DE LITERATURA

As fontes de energia podem ser caracterizadas como renováveis e não renováveis. “O aumento da demanda de energia nos centros urbanos ocorre quando surgem novas unidades consumidoras de energia elétrica, como casas e empresas, ou quando cada unidade existente aumenta o seu consumo” [...] Zilles (2012, p.119)

A disponibilidade de energia elétrica à sociedade é essencial, pois muitas das atividades diárias são associadas ao uso de energia elétrica para que se possa fazer uso das tecnologias.

3.1. A HISTÓRIA DO INÍCIO DAS PESQUISAS SOBRE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A inquietação do homem pela busca de tecnologias que promovam conforto e produtividade permitiram a humanidade encontrar caminhos que pudessem lhe garantir tecnologias e qualidade de vida. No início, a preocupação estava vinculada à alimentação, fonte de iluminação e calor, incentivando o homem ao uso do fogo. A partir do domínio do fogo, o ser humano percebeu que possibilidades podem ser se converter em conquistas. O homem desenvolveu a agricultura e pecuária, encontrando nos excedentes dos animais fonte de energia, Faria e Sellitto (2011). A descoberta de condições melhores para desempenhar seu trabalho e promover qualidade de vida, abriram espaços para o homem questionar suas condições de vida e viabilizar soluções.

O homem encontrou meio de garantir a luz, calor por meio do fogo, o que significava segurança e calor a noite. O uso do fogo foi uma das primeiras conquistas do homem, pois poderia produzir o fogo por meio de ramos vegetais resinosos, assim o homem conseguiu manter-se aquecido e continuar suas atividades após o pôr do sol (FARIA; SELLITTO, 2011)

O sol desde os primórdios está presente na rotina do ser humano, sendo referência de tempo e fonte de calor e luz, o homem se utilizava do calor do sol para secar peles e alimentos. Consequente, desenvolveu técnicas através da luz solar, como a de dominar a prática de produzir o fogo, Kemerich *et al* (2016). Ainda hoje, a energia solar é pouco estudada, visto que por ser tratar de uma fonte de energia renovável poderia ser mais explorada e encontrada em si mais proveito em sua energia presente no dia a dia das pessoas.

As fontes de energia utilizadas na história da humanidade podem ser observadas desde o início da civilização, pois a necessidade de encontrar meios que promovessem calor e luz foi fundamental para a sobrevivência humana. Quando a falta de fontes de alimentos e as mudanças climáticas surgiram no sul da Europa, inicia-se a migração do homem em busca de melhores condições de vida, iniciou-se a Era do Homo Sapiens (10.000 A.C. a 5000 A.C), o homem desenvolveu a técnica da pedra polida e iniciou atividades como olaria, artesanato e cerâmica, em sequência (4.000 A.C). Iniciou-se as grandes civilizações do mundo antigo, o homem aprendeu a utilizar de energias, pois eram povos que se apropriaram dos solos férteis em vales aluviais como Indu, Tigres, Eufrates e Nilo para usarem de energias vegetais, por meio de técnicas de cultura de irrigação dos cereais, armazenar energia em quantidades cada vez maior em forma de alimentos (FARIA; SELLITTO, 2011).

A busca do homem por tecnologias que permitissem o aprimoramento e diversificação das produções de alimentos e qualidade de vida permitiram o desenvolvimento das ciências, bem como as matemáticas a partir da Idade Média, permitindo ao homem ampliar as possibilidades de conquistas, dentre as estas foram as novas formas de uso de tecnologias que puderam servir de forma para geração de energia. Segundo Faria e Sellitto (2016, p. 9) “A obra de Arquimedes (287-212 A.C.) sintetiza os avanços desse período: o cientista criou alavancas e mecanismos para movimentar objetos muito pesados, além de ter descoberto o princípio da hidrostática”. Assim, foi possível através de artefatos mecânicos produzir a multiplicação da força conseguida por todos os meios de energia produzidas pelo homem.

Com o passar dos anos, o homem descobriu fontes de energia e tecnologias que o ajudaram na produção de alimentos e mecanização de atividades, por exemplo o uso do vento como fonte de energia permitiu aos egípcios, fenícios e romanos a navegação, já na China e Pérsia o vento era utilizado como forma de energia para dar funcionalidade ao maquinário de moagem de grãos e irrigação, tais tecnologias foram levadas a Europa após as cruzadas, no século XVIII, sendo ampliado as suas aplicabilidades (FARIA; SELLITTO, 2011).

O desenvolvimento das tecnologias despertou no homem a curiosidade em buscar meios melhores e mais eficazes na produção de tecnologias e desenvolvimentos que permitissem conquistas e produtividades. Assim, o interesse na busca por fontes melhores e mais baratas tornaram-se alvo de interesses e estudos.

Em 1839, surgiu o primeiro efeito fotovoltaico no mundo, sendo elaborado por Edmond Becquerel, onde por meio do uso de placas metálicas, de prata ou platina, inseridas em eletrólito produziam uma pequena diferença de potencial se expostas a luz (VALLÊRA, 2006)

Com o passar dos anos, novas tecnologias foram sendo desenvolvidas tornando a energia fotovoltaica cada vez mais viável, sendo de grande importância na utilização de recursos naturais, bem como redução de gastos. As técnicas e materiais utilizados foram mudando de acordo com as pesquisas desenvolvidas pelos pesquisadores chegando a:

A primeira célula solar moderna foi apresentada em 1954. Tinha apenas dois centímetros quadrados de área e uma eficiência de 6%, gerando 5 mW de potência elétrica. Cinquenta anos depois, em 2004, foram produzidos cerca de mil milhões de células, com eficiências da ordem dos 16%, ultrapassando pela primeira vez a barreira de 1 GW de potência elétrica anual instalada (VALLÊRA, 2006, p. 10).

A importância do desenvolvimento da energia fotovoltaica ganha credibilidade e espaço em cenários diferentes, desde o uso de suas tecnologias para o fornecimento de energia em satélites e demais tecnologias, ou sua implantação em edificação comerciais, residenciais e industriais, como também, a importância ambiental que essa tecnologia representa, pois, sua fonte de energia é renovável. “Impulsionadas pelas novas descobertas da microeletrônica, em 1956 foram construídas as primeiras células fotovoltaicas industriais.” (NASCIMENTO, 2004, p.9)

Atualmente, os desafios para promover o fornecimento de energia que atenda a demanda, tem se tornado uma preocupação social, como solução a energia fotovoltaica e o seu desenvolvimento tem se mostrado como opção positiva, visto que tem funcionalidade a base da luz solar, ou seja, fonte renovável e de custo operacional baixo.

Segundo Nascimento (2004, p. 11) “O Brasil dispõe de um dos maiores potenciais do mundo para o aproveitamento de energias renováveis principalmente a energia solar, e além de ecologicamente correto, é uma fonte inesgotável de energia. ” A energia solar pode ser entendida então como fonte de energia renovável e limpa, e também inesgotável, entretanto o número de aproveitamento de energia solar no Brasil é muito baixo, o que pode ser compreendido como um desperdício de fonte de energia renovável.

A energia solar pode ser dividida nos seguintes tipos: Energia térmica e Energia Fotovoltaica. A energia térmica segundo Scherer (2015, p.4):

Nestes sistemas, a energia é captada através de painéis solares térmicos, também chamados de coletores solares. São os sistemas mais simples, econômicos e conhecidos de aproveitar o sol, sendo utilizados em casas, hotéis e empresas para o aquecimento de água para chuveiros ou piscinas, aquecimentos de ambientes ou até em processos industriais. Os painéis são simples e têm a função de transferir o calor da radiação solar para a água ou óleo, que passa por dentro deles para então ser utilizado como fonte de calor.

O desenvolvimento de tecnologias torna possível converter da energia solar em energia térmica, por meio de distintos na função gama de temperaturas que sejam necessárias.

3.2. ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica se faz conseguida por meio da conversão da radiação solar em eletricidade através de materiais semicondutores, o efeito fotovoltaico foi desenvolvido pela primeira vez em 1839 pelo físico Edmund Becquerel, ao perceber a tensão existente entre os eletrodos de solução condutora. (KEMERICH *et al*, 2016). “A energia fotovoltaica pode ser obtida através da conversão da radiação solar1 diretamente em eletricidade. Esse processo é realizado por um dispositivo fabricado com material semicondutor chamado célula fotovoltaica, que se baseia no efeito de mesmo nome.” (COUTINHO, 2019, p.6)

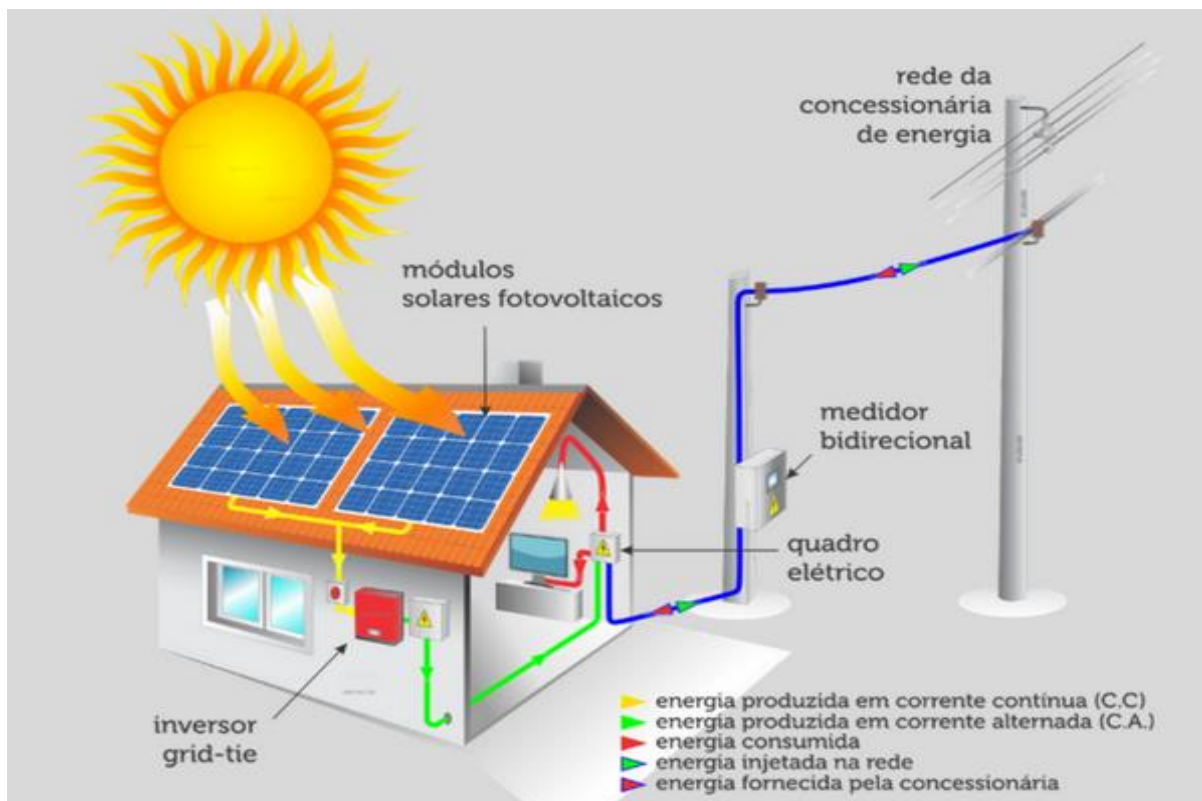
A conversão fotovoltaica, ou seja, a capacidade de produzir energia elétrica a partir da luz solar, tem ganhado espaço e confiabilidade no mercado mundial o início de sua implantação ocorreu em lugares isolados, distantes das redes de energias elétricas que tornava sua instalação viável e adequada a determinadas regiões (ZILLES, 2012). O desenvolvimento da tecnologia permitiu a melhora na qualidade e custo da operação. “O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, gera a corrente elétrica” (SCHERER, 2015, p.7).

Coutinho (2019, p.7) explica: “O efeito fotovoltaico é o surgimento de diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor ao ser exposta à luz”. O autor ainda aborda que sólidos tem a banda de valência, ligando elétrons e núcleo, e banda de condução, existindo interagindo com átomos vizinhos, e a banda proibida ou gap, que promove a separação das outras duas. “O gap nos semicondutores é relativamente baixo, fazendo com que alguns elétrons sejam excitados da banda de valência para a de condução por meio da luz”.

A produção de energia acontece mediante a realização do procedimento chamado dopagem, devido à baixa quantidade de elétrons. “Com a exposição desta a uma fonte de energia maior que o gap, como a luz, aparecem os pares elétron-lacuna. Havendo um campo elétrico na região, as cargas se deslocam e geram a diferença de potencial.” (COUTINHO, 2015, p. 7). Existe a circulação de elétrons quando ocorre a ligação do material semicondutor em um condutor.

Na figura 1, se faz possível observar o funcionamento da geração e o consumo de energia solar por meio dos painéis:

Figura 1- Funcionamento da geração e consumo de energia solar.



Fonte: Wesley (2020)

O uso da energia fotovoltaica ligado aos sistemas de rede elétrica proporciona a possibilidade de suprir a necessidade do aumento de geração de energia como consequência do aumento da demanda, pois torna-se possível a geração de energia fotovoltaica em uma unidade ser maior que a demanda o que reverte para rede o excedente da energia produzida pelo sistema fotovoltaico. “O aproveitamento da energia gerada é quase total, pois quando houver excesso da produção em relação ao consumo, este é repassado a concessionária, gerando crédito para o proprietário.” (NASCIMENTO, 2004, p. 8).

As células fotovoltaicas podem ser implantadas de várias formas, a montagem de painéis, ou módulos solares são as mais comuns, assim, os painéis fotovoltaicos utilizam-se de filmes flexíveis das mesmas propriedades ou incorporação das células de outros materiais, por exemplo vidro, Scherer (2015), o autor ainda explica que:

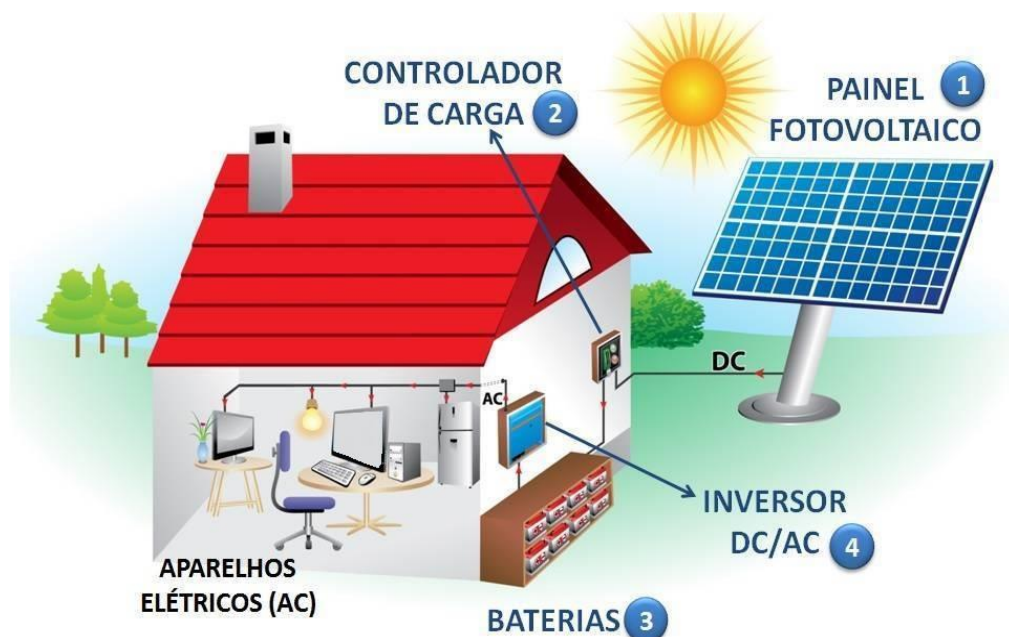
[...] as diferentes formas com que são montadas as células se prestam à adequação do uso, por um lado maximizando a eficiência e por outro se adequando às possibilidades ou necessidades arquitetônicas. Um sistema de energia solar fotovoltaico é um sistema apto a gerar energia elétrica por meio da radiação solar. (SCHERER, 2015, p. 7)

As células podem ser montadas de maneiras diferentes de acordo com a adequação de uso, buscando maximizar a eficiência e necessidades arquitetônicas. Existem dois tipos básicos de sistema fotovoltaico: sistema isolados (*Off-grid*) ficam em lugares remotos, ou de alto custo para se conectar as redes elétricas, precisam de alguma forma de armazenamento, baterias, que possibilitem abastecer a unidades em períodos sem irradiação solar (SCHERER, 2015)

O Sistemas Conectadas à rede (*Grid-tie*) que substituem, ou complementam a energia fornecida pelas redes elétricas. No Brasil, a legislação se utiliza do sistema de compensação de energia (*net metering*) onde por meio de um medidor bidirecional é possível fazer o registro dá o valor de consumo e produção, enviando o excedente às redes de elétrica. Assim, em caso do balanço for positivo, é gerado um crédito referente ao excedente lançado nas redes elétricas e compensado depois caso futuramente haja um saldo negativo.

Na figura 2 tem-se o Esquema de Energia Fotovoltaica *Off-Grid*, onde fica exposta a implantação da energia solar sem a ligação na rede de fornecimento de energia elétrica:

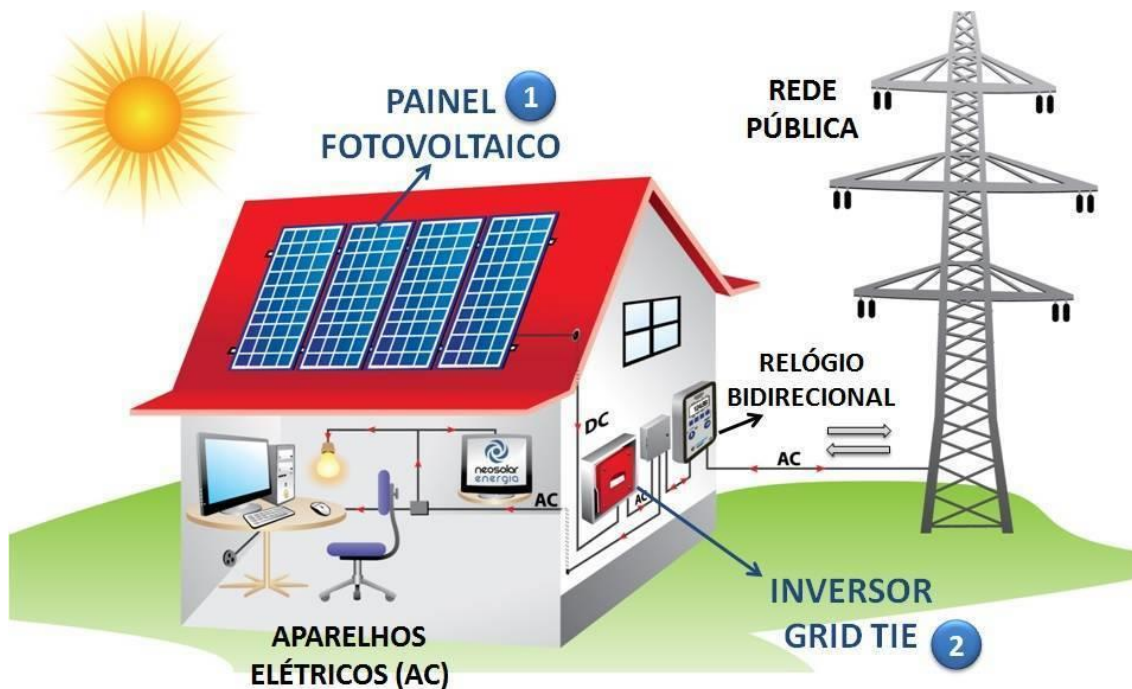
Figura 2- Esquema de Energia Fotovoltaica *Off-Grid*



Fonte: Scherer (2015)

Na figura 3, tem-se o Esquema de Energia Fotovoltaica *Grid-Tie*, onde a ia instalação do sistema solar tem ligação com a rede de fornecimento de energia elétrica:

Figura 3 – Esquema de energia fotovoltaica *Grid-Tie*.



Fonte: Shcerer (2015).

Em 2012, no Brasil foi promulgada a Resolução Normativa 482/20012 da ANEEL, que firma regras de uso da distribuição de energia gerada no país, assim, edificações comerciais e residenciais podem implantar o sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica e ainda gerar a energia solar em sua edificação.

Aos poucos, foi-se ganhando a confiança e interesse das grandes cidades onde seu desempenho e baixo custo despertaram o interesse da sociedade urbana também.

Outro agente impulsionador das pesquisas dessa tecnologia para aplicações diversas, inclusive para complementação do sistema elétrico existente, foi a crise do petróleo em 1973. A energia solar passou a atrair o interesse do governo, com a possibilidade real do esgotamento das reservas petrolíferas (NASCIMENTO, 2004, p. 9).

O Brasil possui alto índice de irradiação solar, por estar próximo a linha do Equador, a radiação solar recebida não apresenta muita variação no decorrer do dia. “Os valores anuais de radiação solar global incidente variam entre 1.550 e 2.400 kWh/m² ao longo do território nacional e são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como, por exemplo, a

Alemanha (900 –1.250 kWh/2) e a França (900 –1.650 kWh/m²)” Barbosa Filho *et al* (2015, p. 629). A localização geográfica do Brasil o coloca o em uma situação de privilégio, devido a radiação solar recebida, o que torna a energia fotovoltaica uma solução viável e vantajosa para o país.

O uso do sistema fotovoltaico como fonte de geração de energia elétrica domiciliar, permite vantagens em suas atividades rotineiras. Zilles (2012) explica que de uma forma geral o sistema fotovoltaico domiciliar tornaria possível o consumo de energia de acordo com a radiação solar, principalmente em dias mais ensolarados, tornando comum acoplar o sistema de acumulados de energia, podendo ser feitos de várias formas, tendo o a acumulação eletroquímica em baterias a forma mais comum. Nos centros urbanos, o sistema fotovoltaico pode ser instalado nos telhados de residências, coberturas de estacionamentos, e de edifícios.

As vantagens do uso da energia fotovoltaica no Brasil têm ganhado cada vez mais usuários interessados na eficiência da conversão da luz solar em energia e na redução considerável de custos. Zilles (2012) explica:

A eficiência de conversão da luz solar em eletricidade nos módulos fotovoltaicos comerciais que utilizam silício é superior a 14%, ou seja, os módulos fotovoltaicos conseguem transformar em energia elétrica mais de 14% da luz do Sol que neles incide. E existem módulos fotovoltaicos com eficiência de 20%, ou seja, que transformam 1/5 da luz que recebem em eletricidade. Se considerarmos uma eficiência média diária de aproximadamente 10% – para compensar a ocorrência de dias nublados, chuvosos e situações fora das condições estabelecidas como padrão para operação dos módulos fotovoltaicos –, podemos estimar que cada metro quadrado coberto com geradores fotovoltaicos fabricados com células de silício é capaz de produzir 500 Wh por dia, isto é, 15 kWh por mês. (ZILLES, 2012 p. 119)

A energia solar está presente em todo território brasileiro, podendo ser citada a fotossíntese, agricultura, biocombustíveis e outros. O aumento do consumo de energia elétrica tem se mostrado crescente mediante o desenvolvimento industrial, comercial, residencial, etc. À medida que, se aumenta o consumo, para suprir a demanda maior existe a necessidade de se produzir mais energia elétrica, pois as tecnologias da vida moderna necessitam da disponibilidade de energia, seja em bairros residenciais ou, em bairros indústrias, centros comerciais.

O uso da fonte solar como forma de produzir energia elétrica mostra-se viável para suprir o aumento da demanda instalando nas unidades consumidoras de energia, o sistema de energia fotovoltaica ligada à rede, ou ainda expandir a capacidade de geração solar sempre que se fizer necessário Zilles (2012).

A dimensão do sistema fotovoltaico baseia-se no balanceamento entre a energia radiante do sol recebida pelos módulos somada a necessidades de prover energia de acordo com a demanda. Vários fatores devem ser considerados na implantação como a incidência de solar, fatores estéticos, espaço disponível, etc. primeiramente se faz necessário avaliar o recurso solar passível no local, quantificando a incidência solar sobre o painel, por meio de unidade de área ou irradiação (Wh/m²) convertido em horas de sol pleno. Deve-se verificar áreas com sombra e o efeito do vento, atentar sobre a melhor inclinação como forma de maximizar a captação solar (COUTINHO, 2019).

O uso de sistema fotovoltaicos para geração de energia elétrica além de proporcionar vantagens de custos também permitem o cuidado com o meio ambiente ao utilizar-se de fonte de energia renovável limpa.

3.3. A IMPORTÂNCIA DO USO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO REFERENTES AO MEIO AMBIENTE E REDUÇÃO DE CUSTOS

A preocupação socioambiental surgiu a partir do final dos anos 60, ficando mais intensificada após a Conferencia em Estocolmo em 1972 onde deu-se maior intensidade em pesquisas, estudos e discussões a respeito do comportamento humano frente a sustentabilidade e os impactos ambientais, assim, iniciou-se o questionamento envolvendo a preservação de energia, fortalecida pela crise do petróleo Tsuruda *et al* (2017), o autor ainda expõe:

As discussões sobre o aumento das emissões de gases do efeito estufa, que se acentuam especialmente após a Conferência Mundial do Meio Ambiente, resultou na criação e/ou na reestruturação de instituições destinadas a tratar de ações de eficiência energética como estratégia de redução do consumo de combustíveis fósseis e da produção de gases causadores do efeito estufa, como estipulado no Protocolo de Kyoto (TSURUDA *et al*, 2017, p.20)

Iniciou-se então no mundo, busca por fontes alternativas e renováveis para gerar energia de forma que os impactos ambientais fossem reduzidos, além de não se restringir a uma única fonte de geração de energia, promovendo a sustentabilidade ambiental e de forma que supra a demanda necessária frente ao cenário de consumo crescente. “Durante muitos anos, a humanidade utilizou os recursos naturais do planeta, para suprir suas necessidades energéticas, sem grandes preocupações em relação aos efeitos que causariam ao meio ambiente” (ALMEIDA, 2016, p.2)

O consumo desenfreado dos recursos naturais, que permaneceu no comportamento humano por vários anos, desencadeou na preocupação com a insustentabilidade de tal comportamento. “Deve-se trabalhar na eficiência do uso da energia, ou seja, fazer mais com menos, e aumentar a cota de energias renováveis na matriz energética mundial, tem o potencial de gerar empregos e riquezas para nações, empresas e a sociedade.” Tsuruda *et al* (2019, p. 3). A busca por fontes renováveis e limpas, bem como a multiplicidade destas, tona-se crucial para o desenvolvimento da eficiência energética.

No Brasil, a busca por alternativas que suprissem a necessidade de crescente demanda de consumo e soluções para a preservação ambiental, coloca a energia fotovoltaica como alternativa relevante devido ao alto índice de radiação solar existente graças a sua localização geográfica. A geração de energia limpa além de proporcionar a preservação ambiental, traz crescimento econômico e visibilidade mundial.

Atualmente, é possível relacionar o desenvolvimento econômico social de um país a sua capacidade de produzir os recursos energéticos, tornando a geração de energia pelo sistema fotovoltaico importante forma de desenvolvimento econômico e responsável pelo meio ambiente. Chiarello *et al* (2020). “Sistemas fotovoltaicos apresentam impactos socioambientais de baixa escala. Possuem flexibilidade locacional e permite a aceleração da eletrificação em locais distantes com difícil acesso” (SILVA *et al* (2018, p. 6)

Se faz necessária a atenção social sobre a questão energética como questão urgente, a fim de diminuir os danos causado pelo homem ao meio ambiente, que revertem em resultados negativos sérios tanto à sociedade como ao meio ambiente. “Deve-se trabalhar na eficiência do uso da energia, ou seja, fazer mais com menos, e aumentar a cota de energias renováveis na matriz energética mundial, tem o potencial de gerar empregos e riquezas para nações, empresas e a sociedade.” Tsuruda *et al* (2019, p. 3). A compreensão da sustentabilidade como fator relevante pela continuidade da vida provida de todos recursos naturais de forma manter a harmonia da vivencia no planeta.

Baseado nesse panorama e no conceito de desenvolvimento sustentável, é possível constatar que existe a necessidade de racionalizar recursos naturais, de utilizar matrizes energéticas que agridam menos o meio ambiente e de aumentar a eficiência energética global. Aparecem como alternativa então as fontes de energia renovável, que são provenientes de recursos naturais inesgotáveis ou que podem ser recuperados em uma escala de tempo humana. (COUTINHO, 2019, p.3)

Não é possível dar sequência ao consumo desenfreado e sem planejamento dos recursos naturais, ser dependente de uma única fonte de energia, o que pode resultar em desabastecimento ou racionamento. Fato esse vivenciado no Brasil no ano de 2014, mediante a falta de águas para abastecimento em usinas de geração de energia que se alongaram e intensificaram mais no ano decorrente, 2015.

O ano de 2014 entrou para a história do setor elétrico como o pior dos últimos 83 anos para algumas das bacias hidrográficas do País, como Rio Grande e São Francisco, responsáveis por abastecer 25% e 96%, respectivamente, das Regiões Sudeste/Centro e Nordeste. A situação nessas bacias só não foi pior por conta de reduções de vazão de água determinadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ao longo do ano para garantir o uso da água para abastecimento humano e geração de energia (ANEEL, 2016) *apud* (TSURUDA ET AL, 2019, p.3)

A busca por caminhos que propiciem a sustentabilidade ao meio ambiente, por meio do consumo racional dos recursos naturais permite compreender a viabilidade do uso do sistema fotovoltaico solução em uso de recuso renovável e limpo, podendo suprir a necessidade de fornecimento de energia elétrica as regiões remotas, e tornando os gastos com contas de concessionárias distribuidoras de energia elétrica.

3.3.1. REDUÇÃO DE CUSTOS DE CONTAS ENERGIA ELÉTRICA POR FORNECIMENTO DE CONCESSIONÁRIAS

A sociedade brasileira tem enfrentado nos últimos tempos a problemática na geração de energia elétrica por meio de usinas hidrelétricas, pois além da degradação causada ao meio ambiente, que por vezes podem se tornar irrecuperáveis, a falta de chuva tem se mostrado um problema em questão que acaba por acarretar no encarecimento das contas de energia fornecidas através de concessionárias. “Historicamente o setor de geração de energia elétrica vem produzindo grandes impactos ambientais e sociais em toda a sua cadeia de produção” (MENDEZ *et al*, 2015, p.1)

Mesmo dentro de um panorama de oferta hídrica presente no Brasil, a irregularidade das chuvas pode ocasionar falhas na geração de energia que pode afetar a geração e comercialização, [...] “os ciclos de chuva irregulares afetam a geração e comercialização de energia, diminuindo sua oferta e causando transtornos à população, como o aumento tarifário e, em último nível, o corte de suprimento elétrico, conhecidos como “apagões” (BARROSO, 2018, p.12)

O investimento em residências para a instalação do sistema fotovoltaico ainda é elevado, entretanto deve-se atentar que o *payback* leva em torno de 12 anos devido à redução nas contas de energia elétrica, ainda tendo em vista a vida útil do equipamento de 25 anos é possível afirmar que a geração de energia fotovoltaica se torna viável (MENDEZ *et al.*, 2015)

Os investimentos que visam explorar a capacidade fotovoltaica têm sido crescentes, devido a fatores como segurança jurídica; na regulamentação normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o uso de leilões de energia desde 2013 e a diminuição de custos dos componentes usados na geração de energia fotovoltaica (BARROSO, 2018). Políticas devem ser tomadas, a fim de reduzir o custo de implantação de energia fotovoltaica em residências e edificações comerciais visando incentivar a abrangência de implantação de energia fotovoltaica em edificações residências e comerciais, pois mediante as vantagens encontradas em sua implantação, vantagens econômicas e ambientais, tornam interessantes meios que encorajem uma amplitude maior de uso da energia solar como fonte de geração de energia elétrica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade atual, em meio a tantos desenvolvimentos de tecnologias que facilitam e ampliam as possibilidades do uso de seu tempo e produtividade, tem aumentado gradativamente o consumo de energia elétrica, a fim de viabilizar o fornecimento de condições de uso de suas tecnologias. Assim, a demanda necessária para o fornecimento de energia, de forma a suprir a carência desejada se faz grande e crescente tornando o fornecimento de energia elétrica por meio das empresas concessionárias um desafio constante.

No Brasil, a energia elétrica é principalmente produzida através de hidrelétricas, que caracteriza geração de energia limpa, entretanto tem se mostrado preocupante à medida que é dependente da disponibilidade hídrica, chuvas, para que o seu fornecimento de energia seja constante e o suficiente para suprir a demanda necessária. Mas, a escassez de chuva em período de estiagem torna uma problemática no fornecimento de energia, bem como a necessidade do aumento nas tarifas de consumo de energia.

A busca por novas alternativas em fornecimento e produção de energia elétrica tem se mostrado de grande interesse tanto da sociedade como de autoridades, visto que depender apenas de uma forma de geração de energia pode resultar em períodos de racionamento, e até mesmo na falta do fornecimento de energia elétrica. Destarte, o uso de energia fotovoltaica tem se mostrado uma solução viável e vantajosa se considerado a grande radiação solar encontrada no Brasil, além do fator de se caracterizar como energia limpa e renovável.

A instalação e funcionamento das células de energia fotovoltaica tem se mostrado eficiente, e despertado o interesse da sociedade e autoridades, pois traz benefícios a sociedade, já que a instalação na residência ligada na rede elétrica por meio do Esquema de energia fotovoltaica *Grid-Tie*, a residência em situação de baixa geração de energia solar pode fazer uso da energia elétrica fornecida por concessionárias, bem como em situação de geração excedente de energia solar a energia não consumida pela residência e excedente é lançada na rede elétrica, gerando créditos que poderão sanar possíveis saldos negativos em conta.

As vantagens do uso de energia fotovoltaicas mostram-se positivos, pois em curto prazo é possível recuperar o investimento feito na instalação, visto que a redução nas contas de energia elétrica permite recuperar o investimento feito. Outro fator importante é a preservação do meio ambiente, visto que tanto a instalação das células de energia fotovoltaica, como o recurso natural utilizado não acarretam nenhum tipo de degradação ao meio ambiente.

Logo, o uso da energia solar tem se mostrado eficiente e vantajoso em vários aspectos que envolvem a vida moderna, devendo ser incentivado tanto a conscientização e o

conhecimento das várias parcelas que constituem a sociedade sobre a vantagens de seu uso, consequente o fornecimento de energia para a demanda crescente se tornaria suficiente sem que os custos pelo consumo fossem aumentado, além do recurso natural utilizado não representasse a sociedade um risco de falta de energia elétrica pela estiagem.

Assim, é possível concluir que se faz necessário promover o esclarecimento das vantagens do uso da energia fotovoltaica em edificações residenciais e comerciais, pois além do investimento ser de curto prazo, o ganho social e ambiental é inegável. É relevante a intervenção do governo em diminuir impostos e incentivar a implantação de placas de energia solar, a fim de diminuir o consumo de energia de concessionária, diminuindo assim a necessidade de aumento de produção de energia das hidrelétricas o que resulta em grandes investimentos e danos ambientais na instalação, além de haver o ganho para as redes de energia em situação de geração de energia além do utilizado pela edificação com placas de energia fotovoltaica, representando um ganho social e ambiental.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira *et al.* Expansão da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Impactos Ambientais e Políticas Públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 4, p. 628-642, dez. 2015. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467/2519>. Acesso em: 07 maios 2021.

BARROSO, Mário Rubens Figueiredo. Contas Econômicas Ambientais da Energia no Brasil e a Energia Solar Fotovoltaica. **Repositório Universidade Federal de Minas Gerais Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica**. 2018. Disponível em: repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30104/1/contas%20economicas%20ambientais%20da%20energia%20no%20brasil%20e%20a%20energia%20solar%20fotovoltaica%20rev%20mrfb%20c%20dmd.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

CHAUD, Vera Mariza. **Manual para elaboração e apresentação de monografias**. 3. ed. Ituverava: F.E.Ituverava, 2019. 118p.

CHIARELLO, Gabriel Felipe; DOS SANTOS, Thiago Miranda; PALUDO, Leandro. O sistema fotovoltaico como uma alternativa de energia renovável com menor impacto ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 101992-10998, 2020. Disponível em: [/www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/22139/17685](http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/22139/17685). Acesso em: 05 maio 2021.

COUTINHO, Fernando Jubran. Rio de Janeiro: UFRJ / **Repositório**- Escola Politécnica, 2019. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029432.pdf>. Acesso em: 05 maio 2021.

FARIAS, L. M., Sellitto, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-106, jan./jun. 2011. Disponível em: ww.revista.liberato.com.br/ojs_lib/index.php/revista/article/view/164/154. Acesso em: 15 abr. 2021.

KEMERICH, P., FLORES, C., BORBA, W., SILVEIRA, R., FRANÇA, J.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v.20, n. 1, jan.-abr.2016, p. 24-247. Disponível em: periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16132/pdf. Acesso em: 16 abr. 2021.

MENDEZ, Carlos Henrique Dassumpção Sanjurijo *et al.* Energia solar-implantação de SISTEMA Fotovoltaico em residência. **XXII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – 19 a 23/10/2015 – Campos dos Goytacazes – RJ**. Disponível em: www.researchgate.net/profile/cesar-augusto-della-piazza/publication/305680417_energia_solar_-_implantacao_de_sistema_fotovoltaico_em_residencia/links/5798d45908aeb0ffcd08bc06/energia-solar-implantacao-de-sistema-fotovoltaico-em-residencia.pdf. Acesso em: 01 jun 2021.

NASCIMENTO, Cássio Araújo. Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. **Diss. Universidade Federal de Lavras**, 2004. Disponível em: www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf. Acesso em: 04 maio 20221.

SCHERER, Lara Almeida *et al.* Fonte Alternativa de Energia: energia solar. **XX Seminário Interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão. Universidade de Cruz Alta/RS**, 2015. Disponível em: home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2015/xx%20seminário%20interinstitucional%202015%20-%20anais/graduacao/graduacao%20-%20resumo%20expandido%20-%20exatas,%20agrarias%20e%20ambientais/fonte%20alternativa%20de%20energia%20energia%20solar.pdf. Acesso em 05 maio 2021.

SILVA, Lara Raquel de Jesus Rodrigues; SHAYANI, Rafael Amaral; DE OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves. Análise Comparativa das Fontes de Energia Solar Fotovoltaica, Hidrelétrica e Termelétrica, com levantamento de custos ambientais. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018**. 2018. Disponível em: anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/527. Acesso em: 13abr. 2021.

TSURUDA, L. K., MENDES, T. A. *, VITOR, L. R., SILVEIRA, M. B. A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável e Social. **6th International Workshop | Advances in Cleaner Production – Organizational Report**. São Paulo – Brazil – May 24th to 26th – 2017. Disponível em: www.advancesincleanerproduction.net/sixth/files/sessoes/6B/1/tsuruda_et_al_report.pdf. Acesso em: 06maio 2021.

WESLLEY, Madysson. Sustentável e limpa, energia solar ainda é pouco utilizada no estado de Alagoas. **Portal Gazetaweb.com**. Alagoas. 19/04/2020. Disponível em: www.gazetaweb.com/noticias/geral/sustentavel-e-limpa-energia-solar-ainda-e-pouco-utilizada-no-estado-de-alagoas/. Acesso em 01 jun2021.

ZILLES, Roberto. Energia solar fotovoltaica. **USP, São Paulo**, 2012. Disponível em: www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2012/Livros/zillesenergiasolar.pdf. Disponível em: [/iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2012/Livros/zillesenergiasolar.pdf](http://www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2012/Livros/zillesenergiasolar.pdf) Acesso em: 13 abr2021.