

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

ENERGIA SOLAR: UM ESTUDO SOBRE O FUTURO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

SOLAR ENERGY: A STUDY ON THE FUTURE OF ELETRIC ENERGY GENERATION

Lucas Gomes Gélio[1], Francisco Ignácio Giocondo César[2]

Submetido em: 25/09/2021 e1534
Aprovado em: 05/11/2021 https://doi.org/10.47820/acertte.v1i5.34

RESUMO
Atualmente, com o alerta da necessidade da diminuição de utilização de combustíveis fósseis, do crescimento populacional, do aquecimento global, uma maior preocupação com o meio ambiente e, por fim, com a alta demanda energética, vê-se necessário a pesquisa em energias que sejam totalmente e/ou parcialmente limpas e renováveis, sendo que, dentre as fontes energéticas atuais, a solar é a que se destaca, pois em uma hora o sol fornece-nos quantidade suficiente de energia para suprir o consumo mundial. Este trabalho procura estudar as principais formas atuais de captação e utilização de energia solar, as tecnologias envolvidas no processo e identificar as principais vantagens da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) advindas da utilização de energia solar em comparação com as outras fontes de energias atualmente disponíveis. Essa pesquisa foi realizada como uma pesquisa bibliográfica exploratória, nas bases de dados, Google Acadêmico e Web of Science. A partir desse estudo, espera-se levantar dados suficientes para a comparação entre a energia solar e as demais fontes de energia, comparando-as em termos de eficiência e sustentabilidade. É esperado que com este estudo, seja possível fazer uma observação a partir de dados, sobre o futuro da energia solar.

PALAVRAS-CHAVE: Fonte de Energias Alternativas. Energias Renováveis. Energia Solar

ABSTRACT
Currently, with the awareness of the need to reduce the use of fossil fuels, population growth, global warming, greater concern for the environment and, finally, with the high energy demand, it is necessary to research on energies that they are totally and/or partially clean and renewable, being that, among the current energy sources, solar is the one that stands out, because in one hour the sun provides us with enough energy to supply the world consumption. This work seeks to study the main current ways of capturing and using solar energy, as technologies involved in the process and to identify the main advantages of sustainability (economic, social and environmental) arising from the use of solar energy compared to other sources of energy today available. This research was carried out as an exploratory bibliographic search, in the databases, Google Scholar and Web of Science. From this study, it is expected to gather enough data to compare solar energy and other energy sources, comparing them in terms of efficiency and sustainability. It is hoped that with this study, it will be possible to make an observation from data on the future of solar energy.

KEYWORDS: *Alternative Energy Source. Renewable Energy. Solar Energy*

[1] IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Piracicaba.
[2] Engenheiro Mecânico (UNESP) com Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Possui os seguintes cursos complementares: Industry 4.0: How to Revolutionize your Business – Hong Kong Polytechnic University (2019-2020); Curso de Gestão de Inovação – USP / VEDURA (1º. Sem. 2018); Especialização em Melhoria Contínua (5S, Kaizen, Lean) no Japão - Nagoya (Jan. 2018) pela JICA – Japan International Cooperation Agency; Six Sigma Green Belt (Jan. 2017); qualificação em Project Management (PMI).



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

1. INTRODUÇÃO

Conforme Shayani et al., (2006) “A forma de energia que substituirá o combustível fóssil tem que ter a preocupação com a sustentabilidade e, evidentemente, diminuir a atual degradação ambiental”. O panorama da sociedade em relação à energia renovável está mudando, deixando de ser uma situação adiável, para uma situação crítica e relevante, com os alertas para o esgotamento do combustível fóssil, o aumento do efeito estufa, ocasionada por novas aberturas na camada de ozônio e a preocupação com o meio ambiente.

Quase todas as fontes de energia (hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos) são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos, ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (MESQUITA, et al., 2004). Para Moaren (2016) “1,2% do deserto do Saara é suficiente para cobrir todas as necessidades de energia do mundo em energia solar.”. Fato este que comprova novamente a potencialidade do Astro-Rei e demonstra a diversidade de seu uso energético, podendo ocasionar numa notável contribuição na diminuição do acelerado efeito estufa. A energia solar é uma fonte de energia renovável e barata, porém, mesmo que haja investimento público ou particular, vê-se, em diversas situações que o incentivo monetário atual não é o suficiente para novas pesquisas. Mesmo com o avanço tecnológico tardio, a troca de fontes energéticas não ocorrerá de maneira rápida, refletidas, por exemplo, pelo alto preço da implantação de sistemas de energia solar, a baixa efetividade das placas fotovoltaicas e políticas que podem ir de encontro com o incentivo do uso dessa energia nos países.

O objetivo deste trabalho é de estudar as principais formas atuais de captação e utilização de energia solar, e as tecnologias envolvidas para isso, e identificar as principais vantagens (econômica, social e ambiental) da utilização da fonte de energia solar em comparação com as outras fontes energéticas atualmente disponíveis. Tal estudo também irá identificar os impactos econômicos, social e ambiental, que a utilização da energia solar poderá proporcionar à sustentabilidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As fontes energéticas mais utilizadas atualmente são provenientes de fontes fósseis e não renováveis. A dependência da utilização de tais energias acarreta a preocupação do esgotamento, emissão de gases tóxicos e material particulado. (FREITAS; DATHEIN, 2013, apud PEREIRA, 2019).

O **petróleo** de acordo com Mariano (2001), “No seu estado bruto, o petróleo tem pouquíssimas aplicações, servindo quase que somente como óleo combustível. Para que o potencial energético do petróleo seja aproveitado ao máximo, ele deve ser submetido a uma série de processos, a fim de se desdobrar nos seus diversos derivados”.

O **gás natural** pode ser utilizado em diversas situações, na geração de eletricidade em termelétricas, seja operando continuamente, seja complementando sistemas hidrotérmicos. Pode ser



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

utilizado também em atividades industriais, na geração de vapor e como matéria prima na indústria petroquímica (SANTOS, 2002).

A energia **nuclear** ocorre, a partir da fissão do átomo de urânio enriquecido em reator nuclear. Apesar da complexidade de uma usina nuclear, o princípio de seu funcionamento assemelha-se ao principio de funcionamento de uma termelétrica convencional, onde, o calor gerado pela queima de um combustível produz certa quantidade de vapor, que faz com que a turbina seja acionada, estando acoplada a um gerador de corrente elétrica (CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE, 2015).

Outra energia não renovável é o **carvão mineral**, que de acordo com Borba (2001) "é um combustível fóssil sólido, formado a partir da matéria orgânica de vegetais depositados em bacias sedimentares.".

A partir de estudos de Pacheco (2006):

> As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta e se configuram como um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não convencionais, ou seja, aquelas não baseadas nos combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas. Atualmente, tem-se procurado mais apropriadamente usar as denominações Energias Renováveis e Novas Energias, para delimitar o conceito naquelas com ciclos de renovação natural, que, em última análise, se originam da energia solar como fonte primária. Incluindo-se nesta categoria a energia eólica, de biomassa e a solar, estas são formas de energia que se regeneram de uma forma cíclica em uma escala de tempo reduzida.

As **hidrelétricas** de acordo com Caus e Michels (2014) são uma das fontes de geração de energia mais antigas do mundo e atualmente, a potência hídrica é transformada em potência mecânica por turbinas hidráulicas e no gerador é transformado em potência elétrica.

A geração da **energia geotérmica** ocorre a partir da presença de falhas em rochas, que permitem que a água da superfície se infiltre profundamente, retornando de maneira aquecida na forma de *geysers* (WENDLAND et al., 2002).

Para Giacaglia e Silva Dias (1993) citado por Coelho et al. (2006), a **energia de biogás** "É uma mistura resultante da fermentação anaeróbia de material orgânico encontrado em resíduos animais e vegetais, lodo de esgoto, lixo ou efluentes industriais, como vinhaça, restos de matadouros, curtumes e fábricas de alimentos.

A utilização da **energia eólica** pelo homem, data da antiguidade, com sistemas de conversão da energia limpa, provinda dos ventos, em energia mecânica para atividades agrícolas. Tempos depois, com as turbinas eólicas, elas conseguiram transformar essa energia potencial em energia elétrica, tendo dois tipos, as Turbinas eólicas de eixo horizontal, que é mais encontrada e também as turbinas eólicas de eixo vertical (FERREIRA, 2011).

Biomassa serve de matéria-prima para a bioenergia, podendo ser transformada em biocombustíveis (biodiesel e álcool/etanol), biogás (resíduos agrícolas ou urbanos), carvão vegetal ou



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

ainda, como blocos aglomerados de resíduos vegetais (*brickets*), para então serem queimados e utilizados em sistemas termodinâmicos a vapor (SILVA R.; SILVA A, 2016).

Para Pena (2019), com as **ondas e marés** é possível produzir eletricidade utilizando da movimentação das ondas e num funcionamento similar às hidrelétricas.

Quase todas as fontes energéticas mencionadas anteriormente – hidráulicas, biomassa, eólica, combustível fóssil e energia de ondas e marés – vêm de maneiras indiretas da **energia solar**. Que pode ser utilizada diretamente como fonte térmica, para o aquecimento de ambientes, fluidos, para iluminação natural passiva e para a produção de potência mecânica ou elétrica, tendo a potencialidade de reduzir em até 70% o consumo de energia convencional. É convertida em energia elétrica em efeitos fotovoltaicos e termoelétricos (PACHECO, 2006).

Com a breve definição das fontes energéticas analisadas, é possível, por meio da tabela (1), realizar um comparativo entre as energias renováveis e não renováveis. Pontuando e observando as vantagens e desvantagens do uso de cada uma das fontes de energias apresentadas.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Tabela 1: Vantagens e desvantagens de dez fontes de geração de energia elétrica.

Tipos de Fontes	**Hidrelétrica**	**Eólica**	**Solar**	**Geotérmica**	**Biomassa**	**Biogás**	**Marés**	**Gás Natural**	**Carvão Mineral**	**Nuclear**
Renovável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Vantagens	A lagoa da barragem proporciona água para irrigação Facilita o transporte fluvial	Não se esgota Não emite gases poluentes Baixo custo de conserto	Não se esgota Não emite gases poluentes Baixo custo de conserto	Ocupa pouco espaço Alta eficiência energética	Baixo risco ambiental Termelétrica sem emissão de dióxido de enxofre (SO_2) Baixo custo de aquisição	Ciclo socioeconômico fechado Reduz a emissão de gás metano (CH_4) Reduz lixões	Não se esgota Não requer material sofisticado De maneira parcial não depende das condições climáticas	Sem parar O gás pode ser lançado na atmosfera em caso de vazão Pouco poluente	Mineral abundante Alta eficiência energética	Ocupa pouca área Produz poucos resíduos Não depende do clima
Desvantagens	Destruição da mata ciliar e cultura local com a construção da barragem Assoreamento dos rios Deslocamento da população ribeirinha.	Impacto visual Hiato na produção de energia Impacto sonoro Pode causar a morte da fauna aviária	Baixa eficiência de captação Hiato na produção de energia	Depende de um local geográfico específico Poluição sonora Alto preço de conserto	Emite dióxido de carbono (CO_2) Baixa eficiência de armazeno	Alto custo para implantar o sistema Depende de empresas e pessoas para a coleta	Alto custo de instalação e conserto Depende de condições específicas	Alto risco de incêndios e explosões Em caso de acidente, há a liberação de monóxido de carbono (CO) altamente tóxico.	Contribui para a formação de chuvas ácidas Promove acidez na drenagem Alto custo de transporte	Não existe descarte para seu resíduo Alto custo Acidente nuclear tem sequelas em longo prazo

Fonte: Adaptação de Bastos et al., (2015)



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

A humanidade busca diversas alternativas de manusear a energia provinda do sol, mesmo que de forma mais rustica, civilizações buscavam métodos de, por meio de observações, se localizarem geograficamente, de fazerem fogo e de aquecer a água, já em épocas mais avançadas, com a invenção de relógios solares, para determinar o tempo. Outro exemplo da relação da sociedade com o aproveitamento da luz do Sol é no seu aproveitamento para o aquecimento e iluminação de casas na antiguidade, utilizando da arquitetura para o aproveitamento do design solar passivo (CARVALHO; CALVETE, 2010).

O Sol provém à Terra alta potencial elétrica de acordo com o cálculo de Machado e Miranda (2015) “A superfície da Terra recebe cerca de 3x1024 joules por ano, ou seja, 9,5x104 TW (Terawatts) de energia solar, cerca de 10.000 vezes a mais do que toda população terrestre consome.” Tal dado demonstra que o potencial energético solar é mais do que suficiente para suprir a necessidade da população em seu dia a dia. Vendo que tal fonte energética é suficiente para o abastecimento necessário das cidades, além de ser renovável e limpa, uma energia que auxilia na preservação ambiental e que pode ser ao longo prazo rentável e mais econômico, países, empresas e pessoas começaram a implantar a energia solar, aumentando a produção e o mercado fotovoltaico. Este fato ocorre pelas políticas adotadas em países como Japão, que em 2002 instalou 25 mil painéis solares em habitações e, também na Alemanha. O mercado da energia solar recebeu com essas políticas de investimento um crescimento de 30% anual a nível global, fomentando um avanço tecnológico e no mercado consumidor (CARVALHO; CALVETE, 2010).

Podemos analisar que a alta na procura de energias renováveis, com enfoque para a energia solar, apesar de possuir um preço mais elevado, se dá por sua grande flexibilidade, confiabilidade e por sua contribuição para que o meio ambiente sofra menos com a poluição, atuando como vetor de preservação do equilíbrio ambiental e disseminador de inclusão social, por ter a capacidade de chegar a localidades remotas e de difíceis acessos (BRAGA, 2008). Vale ressaltar que não há somente a produção de energia elétrica por energia solar, também é possível a captação de energia térmica, demonstrada nas palavras de tradução livre de Ashlok (2021) “Entre os dispositivos mais comuns usados para capturar energia solar e convertê-la em energia térmica estão os coletores de placa plana, que são usados para aplicações de aquecimento solar”. Essa produção de energia térmica auxilia na produção de aquecimento das casas e também, são responsáveis pelo aquecimento da água das casas. Os painéis solares são predominantemente feitos no mundo todo de silício, tendo “bolachas de silício” (*silicone waffers*) como a mais utilizada e a nova tecnologia, considerada da próxima geração, conhecida como “filmes finos” (*thin films PV technologies*) (JANNUZZI, 2003).

3. MÉTODO & METODOLOGIA

A partir de um estudo bibliográfico exploratório, foi realizado um levantamento nas principais bases de dados, Google Acadêmico e *Web of Science*, onde foram pesquisadas informações



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

relativas às principais fontes de energia atualmente utilizadas. A partir desses dados foi realizado um estudo comparativo quali-quanti, dessas fontes em relação à energia solar, com propósito de identificar as vantagens e desvantagens de seu uso.

4. PESQUISA

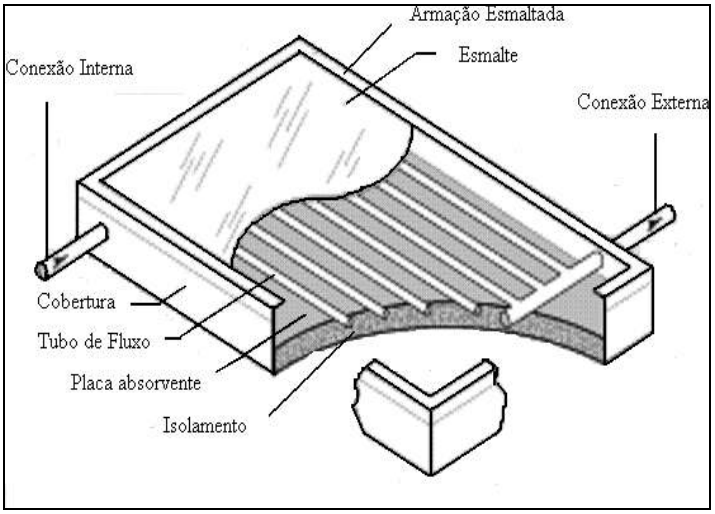
A procura do uso da energia solar não é algo proveniente dos dias atuais, tal vontade e necessidade do uso desta fonte energética, é provinda de muitos anos atrás, a cerca de 30.000 a.C., por possuírem hábitos diurnos, o homem de Cro-Magnon sempre teve a preocupação com a obtenção de uma fonte de iluminação artificial, algo que somente é possível em tempos mais recentes com o uso da energia elétrica, mas que teve o domínio da produção do fogo como seus primeiros passos para alcançar esse objetivo (HÉMERY; BEBIER; DELEÁGE, 1993 apud FARIAS; SELITTO, 2011). As civilizações buscaram diversas maneiras de produzir energia, nem sempre era voltada a energia proveniente do sol, isso pode ser percebido na constatação de Goldenberg e Lucon (2007) “Durante a Idade Média as energias de cursos d’água e dos ventos foram utilizadas, mas em quantidades insuficientes para suprir as necessidades de populações crescentes, sobretudo nas cidades”. Essa procura pelo desenvolvimento tecnológico fez com que a população utilizasse de diversas matrizes energéticas, com o passar do tempo, a energia elétrica tornou-se peça fundamental, tanto nos avanços, quanto no dia a dia da população. Os avanços tecnológicos dependentes de uma fonte de energia tiveram seu início principalmente na primeira Revolução Industrial, tal acontecimento, fez com que houvesse um investimento maior nas pesquisas de possíveis fontes energéticas, voltando assim, a atenção de diversos cientistas para o assunto, havendo cada vez mais melhorias e avanços com o passar das Revoluções Industriais.

Com a energia proveniente do Sol não foi diferente, nessa época, tal campo começou a dar seus primeiros passos, com o efeito fotovoltaico sendo observado pela primeira vez por Edmund Becquere, em 1839, numa solução de selênio condutora, quando ela era iluminada por uma fonte de luz solar. Por volta de 1870 este mesmo estudo foi feito em sólidos como o selênio e, por volta de 1880, a primeira célula fotovoltaica foi construída com selênio e tendo uma eficiência de 2% (BRAGA, 2008). Nos dias atuais, com o aumento da demanda, necessidade de uma fonte de energia que prejudique muito pouco ou que não prejudique o meio ambiente, houve novamente uma procura pelo desenvolvimento de tecnologias para suprir tais demandas, evoluindo e melhorando cada vez mais as energias renováveis, como por exemplo, a energia solar com as placas fotovoltaicas, isso é demonstrado por Machado e Miranda, (2015) “A primeira célula solar preparada a base de silício foi desenvolvida por cientistas da Bell Labs em 1954, a célula possuía eficiência de 6%. Desde então, as pesquisas no ramo não pararam mais.” A Bell Labs proporcionou um grande avanço para os painéis solares, como mostrado na figura (1), onde é visto um exemplo desta primeira célula solar.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Figura 1: Placa Coletora para fins fotovoltaicos



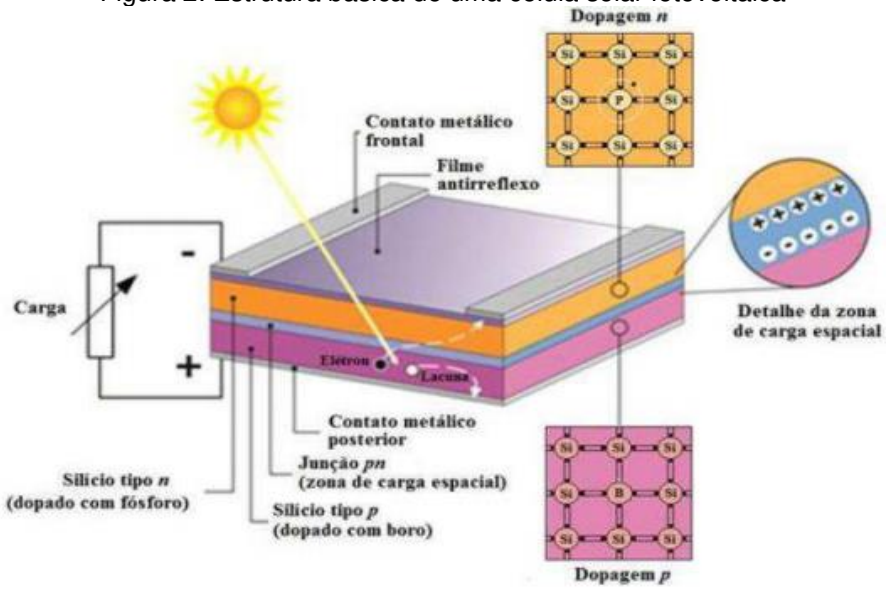
Fonte: Carvalho e Calvete (2010)

Para chegar às células fotovoltaicas de atualmente, elas passaram por três gerações. A primeira geração possuía uma alta eficiência de 33%, porém, ocupava uma grande área e custos muito elevados para sua produção, são baseadas em silício cristalino e construídas a vácuo. A segunda geração teve o objetivo de reduzir o custo da produção, as que deram mais certo, foram as de cádmio telúrio (CdTe), cobre-índio-gálio-selênio ou a de silício amorfo, feitas a partir de técnicas alternativas como a de deposição de vapor ou de eletrodeposição. Os painéis fotovoltaicos de terceira geração apareceram com a responsabilidade de melhorar o desempenho da segunda geração enquanto mantinha seu valor de produção baixo, para tal, elas foram construídas com múltiplas camadas, aumentando a concentração dos componentes, para que eles também absorvam na região de infravermelho e também a utilização de espelhos e lentes para uma melhor concentração da luz solar (CARVALHO; CALVETE, 2010).



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Figura 2: Estrutura básica de uma célula solar fotovoltaica



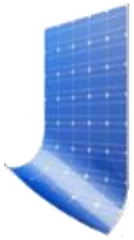
Fonte: Mendonça (2016) adaptado de Pinho e Galdino (2014)

Atualmente, com as evoluções tecnológicas provindas de diversas Revoluções Industriais produções em larga escala do sistema fotovoltaico e de necessidades dos seres humanos têm-se alternativas e melhorias significativas na busca de energias renováveis, melhorias essas que fazem com que a qualidade de eficiência seja maior e o preço diminua. Nas células fotovoltaicas é possível observar novas técnicas de confecção e fabricação das placas, pois entre o silício cristalino e o silício amorfo hidrogenado, que são os mais utilizados, há diferenças estruturais. No primeiro caso, os átomos formam uma rede perfeitamente periódica, um cristal. Já no segundo, que é mais recente, essa periodicidade não ocorre, tendo alguns dos defeitos da estrutura compensados com átomos de hidrogênio. Células solares eficientes e mais baratas podem ser fabricadas com filmes extremamente finos de silício amorfo hidrogenado. Outros materiais como arseneto de gálio e filmes finos de CdS-Cu2S, e CdS-InP estão sendo pesquisados (BRAGA, 2008). As placas de filme fino, de acordo com Demarco (2019) são uma tecnologia que tem a vantagem de serem mais flexíveis e uma melhor adaptação em tipos de superfície diferentes, mas ainda permanecem com o problema do alto custo e baixa eficiência. Outra inovação tecnológica que está sendo desenvolvida são as chamadas células orgânicas, que possuem 25% de eficiência sendo considerada como uma inovação da próxima geração (PORTAL ENERGIA, 2019).



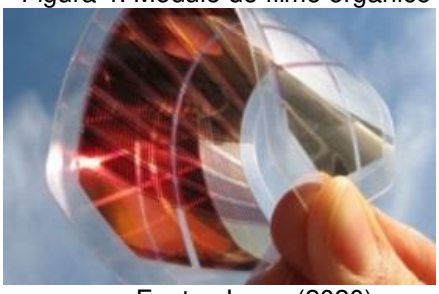
REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Figura 3: Módulo de filme fino



Fonte: Demarco (2019)

Figura 4: Módulo de filme orgânico



Fonte: Jesus (2020)

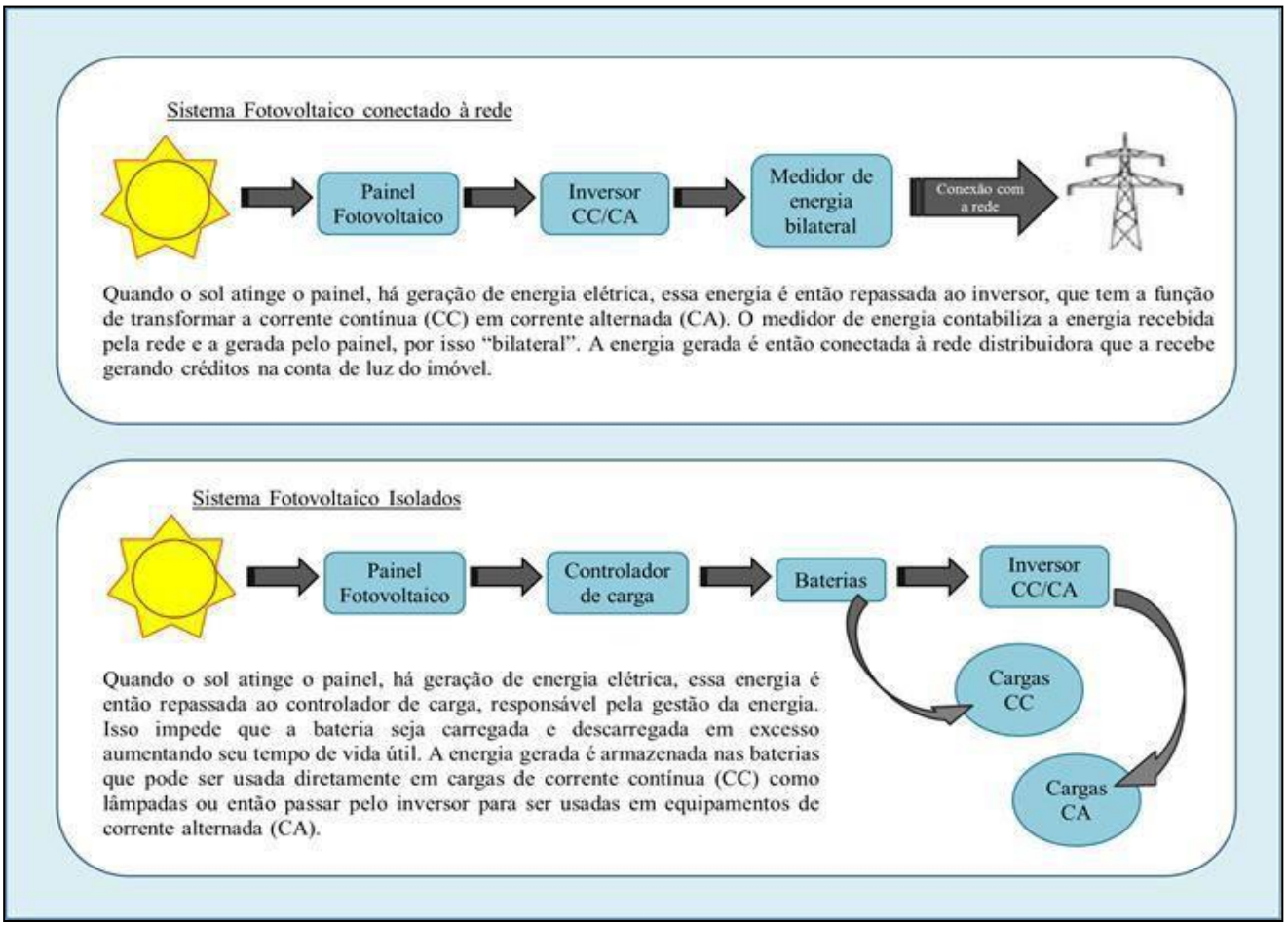
Com o aumento da produção em massa houve com apoio estatal um crescimento da energia solar em 30% anual em nível global (CARVALHO; CALVETE, 2010). Mesmo que tal aumento ocorra de maneira mais acentuada em países mais desenvolvidos, a expectativa é de que tais acontecimentos estimulem e fomentem novos caminhos de evolução para a energia solar, diminuindo o custeio da instalação do sistema solar. Ainda que haja um aumento na integração de sistemas fotovoltaicos, ainda há problemas, mesmo com certa eficiência das células fotovoltaicas, ainda não há uma que atinja um valor tal que seja próximo de 100%, sendo ainda insatisfatório observando de um âmbito geral. Mesmo com a diminuição do custeio, em comparação à primeira geração, continua sendo de difícil acesso econômico possuir energia solar em casa, pois, internacionalmente, o custo varia de US$ 8 / Wp a US$ 10 / Wp, em que Wp (Watt pico) é a máxima potência que o painel fotovoltaico pode chegar a atingir. (CRESESB, 2015)

Além de seu preço acentuado, há outros fatores que podem ser uma das principais causadoras de uma dificuldade de seu crescimento, este fato fica esclarecido nas palavras de Machado e Miranda (2015) “ele não gera energia durante a noite. É importante lembrar que num dia chuvoso ou nublado ocorre geração de eletricidade, no entanto, a eficiência é menor do que num dia ensolarado. Uma possível solução é o uso de baterias para armazenar energia, porém montar um banco de baterias é caro e tem vida útil pequena, cerca de 4 a 5 anos”. É evidenciada uma dificuldade na viabilidade de instalação e produção energética, mas não só isso, mesmo que seja uma energia renovável e considerada limpa, ainda existem problemas que podem afetar o meio ambiente, provindos do uso de baterias. É valida a observação de que, em comparação com outras matrizes energéticas, acaba por ser algo pequeno. Mesmo havendo problemas ainda há investimentos de diversos países e programas que ajudam na difusão de células solares em diversos setores, em via de exemplo, os valores das placas fotovoltaicas caíram nos últimos anos não somente pelo avanço tecnológico, mas também pela aprovação da Resolução nº 482 da ANEEL em dezembro de 2012, que consiste na autorização da conexão dos módulos solares com a rede elétrica, aumentando ainda mais a viabilidade de instalação nas casas dos usuários finais.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Figura 5: Esquema dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede e isolado.



Fonte: Machado e Miranda (2015)

Na figura (5), é possível observar na primeira parte um esquema que demonstra a conexão dos painéis fotovoltaicos com a rede de energia elétrica e na segunda parte é possível observar sistemas isolados que funcionam independentemente, não precisando necessariamente da rede de energia elétrica e sendo mais usadas em regiões remotas, embarcações, entre outros.

Em uma visão econômica, é observado que o preço das placas fotovoltaicas é elevado e que não são todos os lugares que possuem um investimento ou mesmo programas que fomentam os investimentos voltados à evolução tecnológica. Países como a Alemanha, Itália, Japão, Espanha e os Estados Unidos, promoveram programas de incentivo de sistemas fotovoltaicos, no ano de 2011 corresponderam juntos a 35 mil MW, ou, 88% do total de potência solar instalados no mundo, tendo a Alemanha com um valor expressivo de 50% do geral. Os programas incentivaram na descentralização da produção de energia, fazendo com que os sistemas fotovoltaicos instalados por pessoas físicas, fossem interligados à rede, ou seja, tudo aquilo que era produzido, era automaticamente comprado pela companhia de energia (MACHADO; MIRANDA, 2015). Esse fato somente ocorre pelo investimento de países desenvolvidos, Carvalho e Calvete (2010) aponta o preço de investimento do kWh: "Em 2007, a eletricidade produzida por células solares (ou



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

fotovoltaicas) custava cerca de 0,03 dólares por kilowatt hora (kWh), enquanto a derivada dos ventos custava 0,005 dólares por kWh e a do gás natural cerca de 0,003 dólares por kWh". O valor da instalação média de uma placa de energia solar é demonstrado pela tabela (2).

Tabela 2: Custeio da instalação da Energia Solar a partir de um projeto de orçamento para implantação do sistema de energia solar na Faculdade de Administração e Ciências Contábeis de Cachoeiro de Itapemirim – FACCACI e seu retorno para o consumidor:

Consumo simultâneo de energia produzida	52.649,5kWh
Data do escopo da análise	2019 – 2044
Economia de consumo	R$4.395.455,35
Economia para a compensação	R$5.511.507,76
Juros ativos	R$5.551.065,95
Outras receitas	R$0,00
Custos anuais para deduzir	R$84.598,95
Total	**R$ 15.373.430,11**
Capital investido	R$ 286.989,32
Fluxo de Caixa acumulativo	**R$ 15.086.440,79**
Custos extraordinários	R$ 0,00
Período de amortização (anos)	**3 anos**
Lucro após 26 anos para o investidor	**R$ 15.373.430,11**
Taxa composta de retorno	16,546 %
Taxa de desconto	2 %
Valor presente líquido (VPL)	R$ 10.390.725,68
Taxa interna de retorno (TIR)	44,59 %

Fonte: Adaptação de Pinheiro et al., com Casa Solar Energia Fotovoltaica Eireli (2020)

Em uma breve análise da tabela, mesmo com um alto custeio da instalação de sistemas de energia solar, ainda é possível receber uma amortização do valor em três anos e, após esse período, receber um ganho com a geração de energia elétrica. Apenas uma pequena parcela dos países possui acesso à energia solar, mas em uma rápida comparação com as energias renováveis, é de se notar que no Brasil há uma boa quantidade de consumo de energias renováveis, sendo de 41,3%, enquanto no resto do mundo tal consumo possui um valor de 14,4%, isso se deve ao fato da grande utilização dos rios brasileiros e da massiva produção de biomassa natural, sendo em formato de carvão ou de etanol. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007). Mesmo possuindo um grande valor de instalação de hidrelétricas e energia de biomassa, com as evoluções tecnológicas, está cada vez mais viável para a população brasileira, a energia solar, assim como é demonstrada na tabela (3).

Tabela 3: Custo estimado para implantação das fontes renováveis de energia

Fonte	**Custo de Instalação (R$/KW)**	**Tendência da evolução – Próximos 10 – 15 anos**
Biomassa (Cana de açúcar)	3.000,00	↓
Eólica	3.350,00	↓
Geotérmica	3.000,00	→
Hidrelétrica (Usina)	3.345,00	↑
Mar (Correntes Marítimas)	7.770,00	↓
Solar	5.100,00	↓

Observação: Símbolos (↑ = Aumentar, ↓ = Diminuir, → = Manter-se).
Fonte: Adaptação de Nascimento e Alves (2006)



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Nos tópicos anteriores foi destacada a importância dos investimentos e dos programas que fomentam numa evolução de sistemas de forma mais rápida, que os países que possuem maior controle neste mercado, são países desenvolvidos, mas que ainda precisam de tais programas para o aumento na viabilidade de instalação, além de proporcionar a diversas famílias o acesso à eletricidade ou o ganho de renda, na Alemanha, por exemplo, há uma medida que consiste na descentralização da produção de energia elétrica, isso consiste que todas as energias produzidas por sistemas de pessoas físicas fossem interligados à rede elétrica. Além disso, o programa visa incentivar o pequeno produtor o beneficiando na chamada “tarifa-prêmio” (*feed-in tariff*), essa tarifa considera que tal produção seja mais cara do que a existente na rede pública e, assim, o produtor ganha do governo o excedente pela produção energética (MACHADO; MIRANDA, 2015).



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Tabela 4: Descrição dos principais mecanismos utilizados para incentivar a geração fotovoltaica

Mecanismo	Breve Descrição
Tarifa-Prêmio	Aquisição, pela distribuidora, da energia a uma tarifa superior àquela paga pelo consumidor. Subsídio dado pelo governo e repassado aos demais consumidores.
Cotas	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica a partir de fontes renováveis.
Subsídio ao Investimento Inicial	Subsídio direto, seja sobre equipamentos específicos, seja sobre o investimento total no sistema fotovoltaico.
Dedução no Imposto de Renda	Dedução no imposto de renda de parte ou todo investimento realizado em sistemas fotovoltaicos.
Incentivo à Aquisição de eletricidade “verde” oriunda de sistemas fotovoltaicos	Confere ao consumidor final o direito de escolha quanto à aquisição de eletricidade proveniente de geração fotovoltaica, mediante o pagamento de uma tarifa maior.
Obrigatoriedade de aquisição de FV no portfólio obrigatório de renováveis	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica proveniente de geração fotovoltaica.
Fundos de investimentos para FV	Oferta de ações em fundos privados de investimentos.
Ações voluntárias de bancos comerciais	Concessão preferencial de hipotecas para construções que possuam sistemas fotovoltaicos e empréstimos para instalações destes sistemas.
Ações voluntárias de distribuidoras	Mecanismos de suporte à aquisição de energia renovável pelos consumidores, instalação de plantas centralizadas de FV, financiamento de investimentos e modelos de aquisição de eletricidade derivada de FV.
Padrões em edificações voluntárias	Estabelecimento de padrões mínimos de desempenho para edificações (existentes e novas), cujo contexto favorece, entre outras, a adoção de sistemas fotovoltaicos.

Fonte: Adaptação de EPE (2012), com dados retirados de IEA (2011), apud Mosqueira (2020)



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

No Brasil, há programas como esses, sendo os mais proeminentes o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) que é coordenado pela Eletrobrás e que é responsável pela etiquetagem, gestão energética municipal, iluminação pública, gestão de eletricidade na indústria e em edificações e saneamento ambiental. E o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) que é coordenado pela Petrobrás e que é responsável pela etiquetagem de produtos e em transportes (GOLDEMBERG; LUCON, 2007). Com esses dois programas que atuam na área da produção de energia brasileira e outros programas, como por exemplo, a ANEEL, fica claro que o Brasil está procurando adotar energias renováveis, bem como a energia solar, seja nas indústrias e empresas, seja para as populações de baixa renda e pessoas que moram em locais de difícil acesso. Em regiões longínquas e carentes de energia elétrica, o bombeamento de água por sistemas solares é uma opção mais barata em comparação a sistemas a diesel. No Nordeste, local onde possui poços com alto teor de sal, pode-se combinar um conjunto de bombeamento solar fotovoltaico com sistemas de dessalinização, que também funcionem com energia solar (BRAGA, 2008). Carvalho e Calvete (2010) demonstram a visão de alguns economistas e do governo alemão que somente ocorrerá aperfeiçoamentos tecnológicos, quando físicos e químicos conseguirem manusear a nanotecnologia, trazendo uma nova geração para as células solares. Podendo ser duplamente mais eficientes e mais baratas, aumentando a viabilidade da instalação das células fotovoltaicas.

Tabela 5: Evolução da eficiência das células solares fotovoltaicas

Ano	Tecnologia	Eficiência (em %)
1877	Se	1
1954	Si	6
1957	Si	8
1959	Si	10
1960	Si	14
Década de 70 e 80	Filme Fino	10
1976	a-Si:H	1 a 2
1992	CdTe	15,9
1996	Corante (TiO_2 e C)	11
1999	GaInP/GaAs/Ge	32,3
2001	Si	24,7
2004	CSG	8 a 9
2006	CSG	12 a 13
2006	CIGS	14, 5

Fonte: Adaptação de Mendonça (2016)

Com o passar dos anos, ocorreram atualizações e melhorias nas células solares, possuindo uma perspectiva de avanços tecnológicos ainda maiores com o passar do tempo. Atualmente, há em fase de pesquisa outras opções que podem revolucionar o mercado. As células orgânicas, que são formadas por duas camadas principais, sendo uma a doadora de elétrons e a outra a receptora, utilizando normalmente polímeros conjugados em uma camada e na outra, se utiliza fulerenos é um exemplo de célula solar em fase de pesquisa. Outro exemplo são as sensibilizadas por corante, as chamadas *dyesensitized solar cell* (DSSC), funcionam à base de um corante que possui a



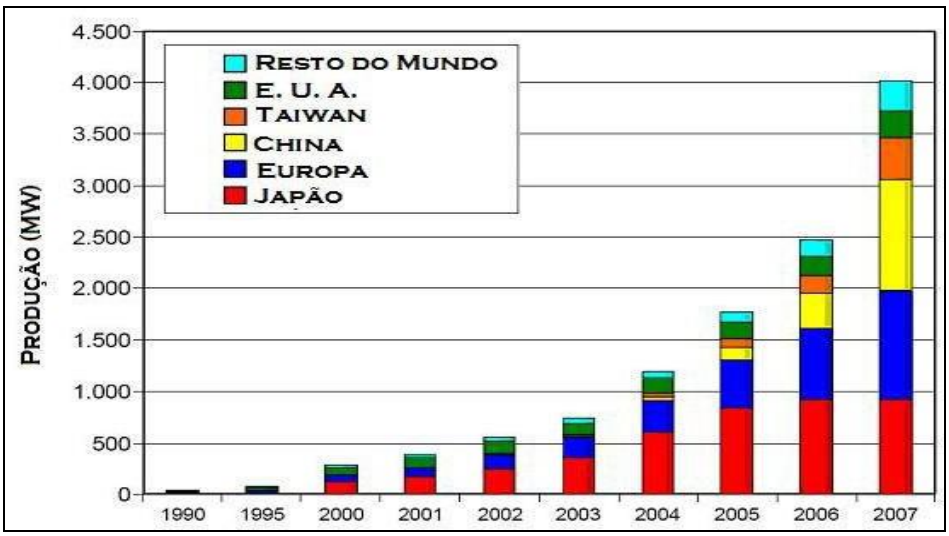
REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

capacidade de transferir um elétron excitado para um óxido semicondutor. E um último exemplo são as células solares baseadas em pontos quânticos (*quantum dots solar cells*), dentro delas existem três tipos, sendo a primeira de metal-semicondutor (ou junção Schottky), as segundas, células orgânicas e as do terceiro tipo, *quantum dots sensitized solar* cells, todas elas possuem suas particularidades, mas todas funcionam com o princípio de utilização de nano cristais semicondutor, pequeno o suficiente para apresentar propriedades quânticas (MACHADO; MIRANDA, 2015). Para que haja a ampla implantação desse sistema energético, é necessário haver uma conciliação dos interesses comerciais e o respeito com o meio ambiente, sendo imprescindíveis políticas e estudos transparentes para com a evolução dessa tecnologia, para que haja uma diminuição nos impactos ambientais (FARIAS; SELLITTO, 2011; GOLDENBERG; LUCONS, 2007).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como visto, mesmo que haja investimentos, programas públicos e diversas pesquisas que fomentam e culminam na evolução da tecnologia da energia solar, ainda não é suficiente para que haja uma difusão deste sistema energético, podemos perceber que os locais que possuem a maior quantidade de investidores, de países que instalam e que apostam nessa matriz de energia renovável e limpa, estão localizados na Europa, tendo como principal entre eles a Alemanha, o Japão e a China. Países que possuem incentivos na utilização de fontes limpas e que são desenvolvidos, possuindo um maior poder de compra de células solares. Este fato fica evidente no gráfico da figura (6).

Figura 6: Produção mundial de células solares de 1990 a 2007



Fonte: Carvalho e Calvete (2010)

Mesmo que seja um crescimento de instalação de sistema solar lento, ainda pode-se notar que os países, para suprir suas respectivas cargas energéticas, buscam uma complementação, a utilização mais ampla do sistema solar. O Brasil é um exemplo de país não desenvolvido que busca por energias alternativas e com relação à energia solar, é o mais avançado neste termo na América



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

do Sul sendo, de acordo com Braga (2008), "O primeiro país de Terceiro Mundo a fabricar comercialmente a célula fotovoltaica", isso demonstra que o crescimento mesmo que não tão acelerado, ainda está atingindo aos poucos a todos. Em uma análise da frase de Carvalho e Calvete (2010) "o governo alemão prevê que em 2050 a energia fotovoltaica possa satisfazer 25% das necessidades globais.", vemos que a previsão com relação à energia elétrica é algo animador e proeminente, sendo assim, possível uma produção energética não somente para as empresas, mas também para pessoas físicas que poderão usufruir da eletricidade de forma que auxilie o meio ambiente.

Para tal, é necessário que o estado crie e fomente ideias e programas de investimento e auxílio de implantação de células fotorreceptoras no país. Goldemberg e Lucon (2007) lembram que "Mesmo que haja sim uma evolução e implantação gradativa deve-se ter em mente que um país pode optar por escolher por outra matriz energética, sendo por fatores políticos, ou locais, ou ambientais e que depende também do rumo da economia.". Muitos lugares ainda continuarão a utilizar de sua matriz energética durante muito tempo, como por exemplo, o petróleo, gás natural, hidroelétricas, até mesmo a energia nuclear e ainda comenta que indiscutivelmente como haverá diversas possibilidades de geração de energia, os países utilizarão um pouco de cada para que complete sua carga energética anual, que terá países que irão utilizar da energia de fácil acesso para aquela determinada região e outros que irão poder investir naquelas de suas preferências, sendo de encontro com um meio ambiente saudável ou não, sendo muito mais propício para a primeira opção (FARIAS; SELLITTO, 2011).

Analisando as visões dos autores apresentados, podemos ver que mesmo com dificuldades e adversidades, a energia elétrica proveniente do "Astro-rei", possuirá um constante crescimento e desenvolvimento de novas opções de células fotovoltaicas, na sua criação de novas tecnologias, em seu barateio de custo, na melhoria de captação, criação de novos sistemas ou, seja no melhoramento de seu rendimento. Além de haver esperanças de novos programas e investimentos que auxiliem no projeto, levando em consideração cada país e suas respectivas particularidades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o artigo, fora proposto o estudo da viabilidade da energia solar, conforme pesquisa apresentada é perceptível que sim, o Sol possui uma capacidade de produção energética extremamente alta, sendo até mesmo possível em pouco tempo produzir o equivalente ao consumo anual humano, é visto que existem placas fotovoltaicas capazes de captar esse potencial elétrico e transformar em energia elétrica, além de que em determinado tempo ocorre amortização do sistema. Há por parte dos governos, investimentos para produção em massa e programas que procuram potencializar o estudo de criações de novos aparatos e, de fazer com que haja melhorias nos atuais equipamentos, tais auxílios não possuem única e exclusivamente a função de avançar com esta tecnologia, mas possui, também, um fundamental papel no barateamento do custeio para a



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

população, fomentando ainda mais o mercado consumidor de energia, além de poder trazer, em um âmbito social, energia elétrica para locais de difíceis acessos ou para famílias mais necessitadas, gerando lucro para pessoas físicas, para empresas e, em paralelo, faz com que haja uma menor dependência de energias não renováveis e/ou que são muito poluidoras do meio ambiente. Em comparação às outras fontes energéticas utilizadas atualmente, seja renovável ou não, a energia solar se sobressai quando se trata de potencial energético, preservação ambiental, alcançar pessoas em locais mais distantes e ainda pode trazer um ganho após a amortização da instalação do sistema de energia solar.

Apesar de haver todos estes fatores que corroboram nas instalações dessa energia e com o fato de ser uma energia limpa e renovável, ainda há diversos motivos que fazem com que o crescimento não seja tão acelerado quanto poderia, um desses fatores é o preço que, por mais que houve uma boa queda, continua sendo cara a compra e instalação de placas solares nas residências e negócios, além de que tais células não possuem um bom rendimento, ainda não se encontram próximos da captação e conversão total da fonte em energia, esses dois fatores somados ao investimento nem sempre suficiente ao desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos, resultam em uma relação de compra e venda do mercado consumidor desacelerado e reduzido, gerando um capital de investimento menor. Mesmo que seja uma energia considerada limpa e renovável, ela ainda traz, de forma muito reduzida, danos ao meio ambiente, causados pelo descarte de suas baterias e células fotorreceptoras à natureza. Outro âmbito que causa um crescimento desacelerado dessa energia é o investimento de somente países desenvolvidos, não sendo uma opção tão pautada em países mais subdesenvolvidos, por muitas vezes não possuírem capacidade, interesse, conflito de ideais e ideias dos governos ou mesmo de se localizarem em regiões de pouca incidência solar.

Como analisado, mesmo que tenha pontos notáveis que corroboram para um grande crescimento acelerado, ainda existem diversos outros fatores que diminuem tal crescimento, com a soma destes dois fatores ainda é possível ver que a energia elétrica proveniente das placas solares, continuará crescendo, tendo um futuro promissor, onde haverá países e organizações não governamentais que estarão dispostos a aderir a tal fonte energética, investindo, pesquisando, desenvolvendo mesmo que aos poucos e sempre fomentando o crescimento do mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Sítio da Agência Nacional de Energia Elétrica** – Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren201248%202.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

ASHLOK, S. **Solar Energy**. [S. l.]: Britannica Academic. 2021. Disponível em: https://academic-eb-britannica.ez338.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/solar-energy/68559. Acessado em: 21 jun. 2021.

ALVES, G. M. Fontes Alternativas e Renováveis de Energia do Brasil: Métodos e Benefícios Ambientais. *In.:* **XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência** – Universidade do Vale do Paraíba Centro Universitário Ingá, 2016. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso: 19 jul. 2021.

BASTOS, J. L. C.; FLORENTINO, M. C. C.; SANTOS, P. R. G.; TREVISAN, G. V. **Fontes Renováveis e Não Renováveis Geradores de Energia Elétrica no Brasil**. Blumenau: Instituto Federal Catarinense, 2015. Disponível em: http://eventos.ifc.edu.br/micti/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/FONTES-RENOV%C3%81VEIS-E-N%C3%83O-RENOV%C3%81VEIS-GERADORAS-DE-ENERGIA-EL%C3%89TRICA-NO-BRASIL.pdf. Acesso em: 06 jul. 2021.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica:** Fundamentos e Aplicação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Elétrica, 2008. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/7372/1/monopoli10001103.pdf. Acesso em: 29 ago. 2019.

CARVALHO, E. F. A.; CALVETE, M. J. F. Energia Solar: Um passado, um presente… um futuro auspicioso. **Revista Virtual de Química**, 2010. Disponível em: http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/89/134. Acesso em: 01 out. 2019.

CAUS, T. R.; MICHELS, A. **Energia Hidrelétrica:** Eficiência na Geração. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Aberta do Brasil, 2014. Disponível em https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1380. Acesso em: 28 jun. 2021.

CCEE CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Fontes – Tipos e Fontes de Energia**. São Paulo: CCEE, 2015. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_adf.ctrl-state=2zymcvq8b_5&_afrLoop=32346318264785#. Acesso em: 05 jul 2021.

CRESESB. **Sítio do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito** – Perguntas Frequentes – FAQ Solar. Rio de Janeiro: CRESESB, 2015. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/content.php?c%20atid%5B%5D=2&catid%5B%5D=5. Acesso em: 22 out. 2019.

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; PECORA, V.; ABREU, F. C. Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás Proveniente do Tratamento de Esgoto. **Enc. Energ. Meio Rural,** 2006. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100070&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 05 jul. 2021.

COSTA, A. C.; OLIVEIRA, D. F.; PIAZZAROLO, J.; PINHEIRO, M. D. S. L. B.; RABELO, M. H. **Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável?. Brazilian Journal of Development**, 2020. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17385/14114. Acesso em: 07 jul. 2021.

DEMARCO, M. **Evolução da Célula Fotovoltaica.** Erechin: Eng & Tech Automação e Energia, 2019. Disponível em: https://www.eet.eng.br/evolucao-da-celula-fotovoltaica/. Acesso em: 28 jun. 2021.

FARIAS, L. M.; SELLITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato (Novo Hamburgo)**, v. 12, 2011. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/4874/d26077245cbb8a29fbfaa8ca90c5d7301f62.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

FERREIRA, A. A. A. **Sistema de produção de energia eólica.** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61482/1/000148786.pdf. Acesso em: 28 jun. 2021.

GASTALDI, A. F.; MESQUITA, R. P.; SOUZA, T. M. **Comparativo entre energia solar fotovoltaica versus extensão de rede, aplicado em caso concreto de uma comunidade carente e remota.** Guaratinguetá-SP: UNESP, 2004. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n5v1/040.pdf. Acesso em: 28 jun. 2021.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159. Acesso em: 13 set. 2019.

JANNUZZI, G. M. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro.** Campinas: Inernational Energy Inititive, 2003. Disponível em: http://www.iei-la.org/admin/uploads/reliei-2640103.pdf. Acesso em: 17 set. 2019.

JESUS, F. **Células solares orgânicas com eficiência de 25% são uma realidade.** Lisboa: Portal Energia – Energias renováveis, 2020. Disponível em: https://www.portal-energia.com/celulas-solares-fotovoltaicas-organicas-com-eficiencia/. Acesso: 28 de junho de 2021.

MACHADO, C. T., MIRANDA F. S. **Energia Solar Fotovoltaica:** Uma Breve Revisão. Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Departamento de Química Inorgânica, Campus do Valonguinho, 2015 Disponível em: http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508. Acesso em: 28 out. 2019.

MARIANO, J. B. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/jbmariano.pdf. Acesso em: 05 jul. 2021.

MENDONÇA, Y. M. **Eficiência fotovoltaica:** um estudo da evolução. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 2016. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/18700. Acesso em: 14 jul; 2021.

MOALEM. M. Could the world feasibly switch to all-nuclear power generation? If so, would that be a good counter to global warming. **Forbes**, 2016. Disponível em: https://www.forbes.com/sites/quora/2016/09/22/we-could-power-the-entire-world-by-harnessing-solar-energy-from-1-of-the-sahara/?sh=a3d0d0fd4406. Acesso em: 21 out. 2019.

MOSQUEIRA, G. L. A. **A evolução da energia solar fotovoltaica no Brasil**. 2020. TCC (Bacharel em Administração Publica) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro Centro de Ciências Políticas e Jurídicas Escola de Administração (UNIRIO), 2020. Disponível em: http://www.unirio.br/uniriosnct2010/unirio/ccjp/escola-de-administracao-publica/trabalhos-de-conclusao-de-curso-1/2020.1/TCCGloriaLeitedeAlmeidaMosqueira.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

OLIVEIRA, J. N., RABELO, J. L., REZENDE, R. J., WENDLAND, E. Aproveitamento da Energia Geotérmica do Sistema Aquífero Guarani – Estudo de caso. *In.:* **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 2002. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22057/14417 Acesso em: 05 jul. 2021.

PACHECO, F. **Energias Renováveis:** breves conceitos. Conjuntura e Planejamento, Salvador: SEI, 2006. Disponível em: http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf. Acesso em: 19 set. 2019.

PENA, R. A. **Fontes renováveis de energia.** São Paulo: Brasil Escola, 2019. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fontes-renovaveis-energia.htm. Acesso em: 19 set. 2019.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

PEREIRA, C. L. S. **Finanças de Empresas Regulares de Energia:** o Comportamento de Empresas Reguladas de Energia Renovável em Comparação as Empresas de Energia Não Renovável. 2019. TCC (Curso de Finanças) - Universidade Federal do Ceará – FEEAC, Fortaleza, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/47012/1/2019_tcc_clspereira.pdf. Acesso em: 5 jul. 2021.

SANTOS, E. M. **Gás natural:** Estratégias para uma energia nova no Brasil. Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=pKvssb_3DWUC&oi=fnd&pg=PA9&dq=g%C3%A1s+natural+o+que+%C3%A9&ots=yZofv3zY7_&sig=vfhdAME8_xz9OnlHAB5ErIVnbfM#v=onepage&q=g%C3%A1s%20natural%20o%20que%20%C3%A9&f=false. Acesso em: 05 jul. 2021.

SILVA, R. L.; SILVA A. M. P. Bioenergia da Biomassa Residual: Potencial Energético da Combustão da Casca de Arroz em Dourados-MS e Região. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 2016. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/43916/pdf. Acesso em: 19 ago. 2019.

Agradecimentos: Os autores querem agradecer ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFSP) - Campus Piracicaba pela oportunidade da bolsa do Projeto de Ensino.