Cognitio Juris
ISSN 2236-3009

A IMPORTÂNCIA DA EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE A SUSTENTABILIDADE E AS PERSPECTIVAS AMBIENTAIS

THE IMPORTANCE OF SOLAR ENERGY EXPANSION IN BRAZIL: AN ANALYSIS ON SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL PERSPECTIVES

Artigo submetido em 24 de fevereiro de 2023
Artigo aprovado em 28 de fevereiro de 2023
Artigo publicado em 01 de março de 2023

Cognitio Juris
Ano XIII – Número 45 – Março de 2023
ISSN 2236-3009

Autores:
Adriano Fernandes Ferreira[1]
Karla Ximena Cáceres Bustamante[2]
Leda Mourão Domingos[3]

RESUMO: O presente artigo tem como cerne analisar a importância da expansão da energia solar como um caminho para a sustentabilidade no Brasil. O problema central eleito foi como a inserção desta energia pode ser uma alternativa para que a sociedade se desenvolva de forma mais sustentável. Desse modo, objetivou-se, primeiramente, conceituar a energia solar e as fontes de energia renováveis e não renováveis, tratar sobre as conferências do meio

ambiente que trazem um novo marco para o desenvolvimento sustentável e, por fim, explanar sobre a importância da energia solar, destacando seus pontos positivos acerca de uma busca por uma sustentabilidade. Foi utilizado o método dedutivo, pois foram analisadas as doutrinas especializadas, estudos científicos e reportagens acerca do tema. Assim, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e o estudo teve finalidade qualitativa. Como resultado, foi constatado que o Brasil tem radiação solar bastante significativa e a priorização desta fonte deve ser cada vez mais estimulada considerando os impactos positivos para o meio ambiente, visando a uma sustentabilidade global.

Palavras – chaves: Energia Solar. Brasil. Renovável. Meio Ambiente. Sustentabilidade.

ABSTRACT: The core of this article is to analyze the importance of expanding solar energy as a path to sustainability in Brazil. The central problem chosen was how the insertion of this energy can be an alternative for society to develop in a more sustainable way. In this way, the objective was, firstly, to conceptualize solar energy and renewable and non-renewable energy sources, to deal with the environmental conferences that bring a new milestone for sustainable development and, finally, to explain the importance of energy solar energy, highlighting its positive points about a search for sustainability. The deductive method was used, as specialized doctrines, scientific studies and reports on the subject were analyzed. Thus, the research is characterized as bibliographical and the study had a qualitative purpose. As a result, it was found that Brazil has very significant solar radiation and the prioritization of this source should be increasingly encouraged considering the positive impacts on the environment, aiming at global sustainability.

Keywords: Solar energy. Brazil. Renewable. Environment. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Quanto à evolução histórica da matriz energética, Neves e Rocha (2021) nos remonta que

antigamente, a fonte de energia se baseou especificamente na queima de carvão extraída de florestas, do movimento das águas, dos ventos, da tração animal, incluindo a humana, do óleo extraído de organismos tais como a baleia ou do vapor.

Por conseguinte, nos séculos XVIII e XIX, com a Revolução Industrial houve uma brusca transição no processo produtivo passando de técnicas mais manuais para àquelas que envolviam máquinas, demonstrando uma necessidade constante de demandas tecnológicas. Logo, as sociedades migraram então para uma matriz energética predominantemente derivada do petróleo para outros combustíveis fósseis.

Na seara internacional, o plano energético deu os primeiros passos concretamente em 1952, ainda antes da instituição da Comunidade Económica Europeia (CEE), com a criação da Comunidade Europeia do Carvão e do Aço (CECA), e, em 1957, conjuntamente com a CEE, com a constituição da Comunidade Europeia da Energia Atômica (CEEA), chamada também por EURATOM.

No Brasil, em 1930, na era Vargas, houve a criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) constituindo-se em um órgão governamental, cujo objetivo era regulamentar a indústria do Petróleo e de Gás Natural no território brasileiro. Em 1939, ocorreu a descoberta do primeiro poço de petróleo no Brasil mais especificamente na Bahia (Salvador) no bairro de Lobato, constituindo-se em marcos iniciais para uma política voltada para essa fonte de energia (VITTO, 2016; CASTANHO, ALMEIDA; PAIXÃO, 2018).

Ocorreu ainda uma corrida tecnológica intensificando as atividades e desenvolvimento de formas eficientes para a exploração do petróleo. Contudo, o Conselho Nacional do Petróleo existiu até 1960, em verdade, foi no período do “Milagre Econômico Brasileiro” que o Brasil passou a investir fortemente em uma matriz energética baseada não apenas em petróleo, mas também na hidrelétrica.

Avançando no tempo, é importante destacar no presente estudo que, no ano de 2016, a

energia solar não registrava algum percentual na matriz enérgica. Contudo, em 2020, a EPE apontou que a fonte alcançou uma composição de 0,20, sendo uma conquista bastante significativa.

Por outro lado, fato é que ainda durante o ano de 2016 países como a China, Estados Unidos, Japão e Alemanha representaram maior capacidade instalada de matriz solar, sendo que na China, a energia solar aumentou em 50%, representando quase a metade da expansão global.

O Brasil possui potencial expressivo para geração de energia elétrica a partir da fonte solar, considerando ainda os altos níveis de irradiação solar dada a sua territorialidade, entretanto, o uso da fonte para geração de energia elétrica não apresenta a mesma relevância que possui em outros países.

Destaca-se ainda que constantamente o meio ambiente sofre riscos de poluição e de degradação da fauna, aquecimento global, emissão de gases, aumento da temperatura média do planeta e dentre outros impactos trazidos inclusive pelas demais fontes não renováveis tais como carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural e pelas fontes de energia renováveis seja hidrelétricas e a eólica.

Entretanto, como será demonstrado, a energia solar possui impactos positivos no concercentes à degradação ambiental comparada com as demais fontes energéticas motivo por que é muito importante a inserção cada vez mais crescente considerando a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade.

Dentre os 17 (dezessete) objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, destaca-se para o presente estudo o 7 que trata sobre a Energia Acessível e Limpa o qual tem como cerne aumentar a eficiência energética, utilizando fontes de energia renováveis, garantindo alternativas menos poluentes e mais eficazes ao planeta. Para tanto, é notório que a energia solar se encaixa plenamente nos três pilares de sustentabilidade quais sejam: ambiental,

econômico e social.

Feitas estas breves considerações, destaca-se que o método é o dedutivo, pois incialmente serão apresentados o conceito da energia solar e as modalidades, bem como destacando a diferença entres as fontes de energia renováveis e não renováveis. Em seguida, será abordada as conferências do meio ambiente que trazem um novo marco para o desenvolvimento sustentável e, por fim, a importância da energia solar, destacando seus pontos positivos sendo uma alternativa para a busca por uma sustentabilidade.

A pesquisa é bibliográfica, uma vez que serão utilizados estudos, levantamentos e gráficos de órgãos oficiais, ainda serão analisadas reportagens e doutrinas acerca do assunto. Por fim, chegar-se-á à conclusão de que a priorização desta fonte deve ser cada vez mais estimulada considerando os impactos positivos para o meio ambiente, inclusive, visando a uma sustentabilidade não só brasileira, mas também global.

1. **CONCEITO E MODALIDADES DE ENERGIA SOLAR;**

Segundo Fiorillo e Marques (2018), os recursos naturais como a água, o gás natural, o petróleo, o carvão, o urânio/nuclear, matéria orgânica/biomassa, vento, sol, terra/geotérmica, gás combustível/metano, dentre outros costumam ser divididos em renováveis, isto é, aqueles que se perpetuam naturalmente como o sol, o solo, as plantas e a vida animal ou não renováveis, que seriam então aqueles que não se perpetuam, logo irão esgotar-se algum dia como os minerais e os chamados combustíveis fósseis/depósito de material orgânico fóssil que é suficientemente combustível para ser usado como tal, a saber, o carvão, o petróleo e o gás natural.

Para Custódio (2015), o modelo energético mundial é baseado em fontes de energia não renováveis, isto é, aquela gerada pela utilização e transformação de elementos cuja taxa de renovação é menor que a taxa de utilização.

Em se tratando do conceito de energia solar, Henry W. Art, nos ensina que a energia solar é qualquer forma de energia derivada da luz solar. Desse modo,segundo a ANEEL (2005), quase todas as fontes de energia tais como hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos são formas indiretas de energia solar.

A energia solar como conversão em fontes de energia utilizáveis pode ser classificada em direta ou indireta. Art (1998) afirma que a energia solar direta é a energia utilizável obtida diretamente da luz solar, já a indireta é derivada das fontes que são retiradas, pelo menos em uma fase da energia da luz do Sol. A título de exemplo tem-se a hidreletricidade, o vento, todas as energias da biomassa e a conversão de energia térmica limpa são tidas como energia solar indireta.

Noutro giro, Reis, Fadigas e Carvalho (2005) ressaltam que o uso da energia solar pode se dar de duas formas, destacando que pode se dar da seguinte indiretamente, por meio do uso do calor para gerar vapor que ao expandir em sua turbina a vapor, acionará um gerador elétrico, em uma central termelétrica; e, diretamente por meio dos painéis fotovoltaicos.

Lionel Salem (1995) afirma que a energia solar é derivada da luz de uma estrela, derivada de uma “massa de gás” isolada no espaço e em equilíbrio interno com devido à força da gravidade.

Já Fiorillo e Ferreira (2015) destacam didaticamente que existem quatro métodos usados para aproveitar a energia do Sol, a saber:

1. Os sistemas passivos de aquecimento solar absorvem a energia com calor para uso imediato;
2. Os sistemas ativos de aquecimento solar usam um dispositivo de coleta solar e um sistema de tubos que transferem o calor para a área destinada. Os sistemas passivo e ativo podem aquecer residências e fornecer água quente;
3. As usinas de energia termo-solar usam coletores solares para aquecer água ou outro

líquido, que depois é usado para gerar eletricidade;
4. A célula fotovoltaica transforma a luz solar diretamente em eletricidade;

Com relação à energia solar fotovoltaica, tal efeito decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais e tal fenômeno foi descrito em 1839 por Alexandre-Edmond Becquerel, físico francês.

Dentre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, tem-se o silício. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica.

Quanto às modalidades de geração de energia solar fotovoltaica tem-se a distribuída e a centralizada. Para tanto, faremos as seguintes distinções entre elas:

1. Distribuída – Segundo a Agência Internacional de Energia (2002), a geração distribuída é aquela próxima ou junta dos consumidores, independentemente do tamanho da fonte geradora, seja ela células fósseis, eólica ou fotovoltaica.

Dentro desta geração, são observados os sistemas isolados, autônomos ou *off-grid* onde não há uma conexão com a rede elétrica comum. Esse sistema consiste em prover o armazenamento da energia produzida no dia em uma bateria, conectada ao inversor solar, segundo RIOS, RIOS; VILLALVA (2010) tal sistema usa baterias conectadas e servem como dispositivos de armazenamento de energia, destacando que já existem sistemas geradores com bateria, que também são conectados à rede comum.

Já o sistema *on-grid* são os conectados à rede elétrica, geralmente voltadas para ambientes residenciais (PARIDA, 2010, INIYANB; RANKO, 2011). Segundo Neves e Rocha (2021), nos sistemas conectados à rede, o excedente produzido durante o dia é transmitido à rede comum, e pela noite quando não há baterias acopladas, o sistema consome a energia

necessária a partir daquela fornecida pela Concessionária.

Pereira (2019) nos relata que o sistema *on-grid* traz enormes vantagens aos consumidores, vejamos:

Neste caso, sempre que houver excedente de energia produzida pelo sistema ongrid ele será enviado à rede convencional de distribuição. Dessa forma, o relógio medidor gira no sentido contrário e o excedente é convertido em créditos para o consumidor.

No Brasil, por exemplo, o consumidor economiza na conta e paga somente as taxas obrigatórias definidas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Além disso, caso a energia gerada não seja suficiente, a rede elétrica irá compensar o que falta ao consumidor que deverá pagar a distribuidora de energia posteriormente.

Segundo o portal da Terra e Sol (2018), **com o sistema on-grid o consumidor consegue economizar até 95% nas contas de energia elétrica**. Os créditos adquiridos na geração de energia podem ser usados por outras unidades consumidoras, desde que esteja cadastrada com o mesmo CPF do titular e que faça parte da mesma concessionária ou cooperativa de energia.

Nesse contexto, **nota se que o sistema on-grid é vantajoso para os consumidores que ficam próximos da rede de distribuição de energia, pois ele dispensa a utilização de baterias para controlar a carga.** Por outro lado, o sistema off-grid torna se vantajoso para os consumidores que vivem em locais remotos distantes das redes de transmissão de energia, como apresentado na Figura 1. (grifo nosso)

- Centralizada – Conhecida como uma estação de energia fotovoltaica é ou parque solar, isto é, são grandes centrais de produção de energia elétrica que estão localizados distantes dos grandes centros de consumo, ocupando grandes áreas.

O autor Pereira (2019) nos revela que a maioria das usinas solares centralizadas são

sistemas fotovoltaicos montados no solo, mas também podem ser montadas em lagos ou represas, sendo chamadas de usinas solares flutuantes. Podem ainda ser montadas em solo, mas também em lagos ou represas, sendo chamadas de usinas flutuantes.

Em se tratando dos aspectos jurídicos, o uso da energia solar deve ser analisado caso a caso e a implantação de tais atividades vinculadas ao uso do Sol deve observar ao estudo de impacto ambiental, nos moldes do art. 225, §1º, inciso IV da CF que dita:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

(...)

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; (Regulamento)

Aqui é importante destacar que para a construção de uma usina é imprescindível a aprovação pelos órgãos ambientais. Além da autorização para uma futura construção, deve-se atentar ao tempo, ao custo e as condições do lugar em que será implantado com vários estudos levando em consideração os seguintes aspectos, tais como os sociais, locais e, principalmente, verificando os possíveis impactos ambientais, garantindo-se que a construção esteja de acordo com as leis ambientais e as normas de segurança, pois é cediço que a falta de planejamento e de estudos de impactos poderá acarretar séries prejuízos ao meio ambiente em diversas proporções.

- **AS CONFERÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE: O ACORDO DE PARIS E A COP-27**

As Conferências das Partes da Convenção-Quadro da UNO sobre Mudanças Climáticas Globais (COPs) iniciaram em 1995 em Berlim, com as negociações e definições de metas para a redução dos gases do efeito estufa e, que posteriormente, estariam no Protocolo de Kyoto em 2005. Entretanto, as reuniões mundiais ocorrem desde 1972 na Suécia, com a Conferência de Estocolmo, consolidando um novo modelo de pensar o meio ambiente abrindo caminhos às demais conferências que se sucederam.

A questão ecológica ganhou visibilidade mediática e se transforma numa questão política importante de muitas nações particularmente a partir da Eco-92 (RJ), ou mais precisamente, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Considerado um dos mais importantes eventos relacionados com esta questão do clima e ecologia, até o momento, a Eco-92 (ou Rio-92) tratou-se de um megaevento, que reuniu 108 chefes de Estados, 187 representantes estrangeiros, 17 agências especializadas da ONU, 35 organizações intergovernamentais e igualmente um expressivo número de ONGs, o qual produziu expressivos documentos, considerados os mais importantes acordos ambientais globais da história da humanidade. Entre eles, estão a Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Declaração de princípios para Florestas, a Convenção sobre Biodiversidade Biológica, a Convenção do Clima e a Agenda 21 (Pessini; Sganzerla, 2016).

Para o presente estudo, destacamos A COP-21 que se trata de uma designação abreviada da conferência da ONU sobre o Clima, realizada 2015 em Paris. Trata-se de um acordo assinado por 195 países que aprovaram o chamado "*Acordo de Paris*", como foi chamado o documento final da 21ª. Conferência do Clima da Organização das ações Unidas, sendo criado para substituir o Protocolo de Kyoto.

O referido Acordo de Paris representa um compromisso mundial cuja meta é não permitir que o aumento da temperatura média do planeta ultrapasse a 2°C. Logo, uma das metas é

colocar em prática reduções nas emissões de gases do efeito estufa, acabando, principalmente, com a dependência global dos combustíveis fósseis, impulsionando o desenvolvimento sustentável.

Ainda de acordo com Pessini e Sganzerla (2016), o *Acordo de Paris* reconhece que as INDCS, metas nacionalmente determinadas até o momento por 187 países, ainda são insuficientes para se atingir o objetivo de 2°C, e que em 2030 as emissões do planeta devem alcançar a marca de 55 giga toneladas de CO2, destacando ainda o que se segue:

Nesse sentido, o texto "nota" que esforços maiores serão necessários e sugere baixar para 40 giga toneladas até aquele ano. Hoje as emissões globais estão em torno de 52 giga toneladas. Para atender a essa necessidade, o acordo estabelece um mecanismo de avaliação quinquenal das metas. Ficou acertado que um primeiro balanço dos objetivos será realizado em 2018, e a primeira verificação de fato acontecerá em 2023.

Para chegar a este consenso, não há menção a obrigatoriedade de cumprimento das metas de cada país, as chamadas INDCS. Esta era a condição imposta pelos EUA, por exemplo, cujo Congresso se recusa a retificar qualquer tratado sobre clima. Fazer o balanço desses compromissos a cada 5 anos foi a saída encontrada. Não há regra prevista, porém, que obrigue os países a melhorar suas promessas, mesmo se ficar evidente no balanço que a meta de 1,5°C a 2°C não será alcançada. Esta foi uma exigência de países como a China e Índia.

Entretanto, para os líderes da COP 21, *o Acordo de Paris* é histórico e será bem-sucedido porque, além de buscar o ambicioso objetivo de 1,5°C, ainda que apenas de forma indicativa, obriga os países a seguirem um calendário de procedimentos, incluindo a revisão global a cada cinco anos. Desse modo, apesar de estar longe do ideal avançou com algumas conquistas, isto porque os países se sentem compromissados a pensar em soluções para reduzir os impactos ambientais, constituindo-se em um feito histórico para a questão do

aquecimento global.

Recentemente, entre os dias 06 a 18 de novembro de 2022, realizou-se a COP-27[4] em Sharm El Sheikh no Egito, tendo como principal objetivo a reiteração e o cumprimento dos compromissos fixados anteriormente e das metas de redução da emissão de gases do efeito estufa, finalizando com a criação do Fundo de Perdas e Danos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, o principal objetivo foi o de conseguir um aumento de compromissos dos Estados com a implementação de medidas de combate à mudança climática e o estabelecimento de mecanismos para viabilizar o cumprimento dos acordos e das decisões que já tinham sido alcançadas anteriormente.

Quanto ao setor energético e a COP-27, é importante observar que segundo Torroba (2022), o setor de energia é a fonte de aproximadamente três quartos da produção das emissões globais de anuais de gases de efeito estufa, por isso, **uma das medidas mais relevantes seria modificar drasticamente a matriz de consumo global de energia, como se vê abaixo:**

Reduzir essas emissões antes de 2050 é fundamental para evitar que as temperaturas subam mais de 1,5 °C. De acordo com a Agência Internacional de Energia em seu documento "Net zero by 2050" (2021), para atingir a meta do Acordo de Paris de limitar o aquecimento a 1,5 graus Celsius**, novos depósitos fósseis não devem ser desenvolvidos ou construídos a carvão. usinas de energia**. Além disso, é necessária uma transformação integral da produção, transporte e uso de energia, visando medidas de eficiência energética com o objetivo de **reduzir o consumo de energia em 7,5% até 2050 em relação a 2020**.

Da mesma forma, é importante mencionar que alcançar emissões líquidas neutras de gases de efeito estufa no setor de energia até 2050 requer novas tecnologias que ainda não estão no mercado. Serão necessários investimentos em baterias melhores, hidrogênio e captura e

armazenamento de CO2.

Uma das medidas mais relevantes será modificar drasticamente a matriz de consumo global de energia, reduzindo a participação dos combustíveis fósseis dos atuais 79% para 23% até 2050 e aumentando as energias renováveis de 26% para 66% no mesmo período.

(...)

Esta medida de massificação das energias renováveis ocorre num quadro de fortes reduções dos custos de produção das principais energias renováveis (bioenergias, **solar** e eólica) que as colocam em margens competitivas face aos seus concorrentes fósseis. Para disseminar a utilização de energias renováveis e promover a sua competitividade, serão essenciais medidas fiscais sobre as emissões de gases com efeito de estufa (Carbon Tax e outras). (grifo nosso)

Noutro giro, no que tange à participação do Brasil na COP-27, o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás destaca que:

Por outro lado, o protagonismo do Brasil nas discussões globais sobre clima e meio ambiente não está limitado à condição de país amazônico. No setor de energia, o país se encontra em uma posição de liderança devido a composição de uma matriz energética com elevada participação de fontes de energia renovável (44% da geração total em 2021). Nessas condições, o setor de energia também possui um menor volume de emissões de GEE, o qual equivale a cerca de 30% das emissões totais do país, e constitui uma participação bastante inferior quando comparada com outras experiencias nacionais.

Assim, a COP-27 culminou representando o aprimoramento das ações sobre a adaptação às mudanças climáticas tendo como uma das ações a adoção de uma matriz energética mais limpa e sustentável, a chamada transição energética, priorizando a importância de esforços

globais para viabilizar os impactos negativos ao meio ambiente.

- **A IMPORTÂNCIA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E A BUSCA POR UMA SUSTENTABILIDADE;**

O Brasil possui uma enorme vantagem potencial para a produção de energia solar e um desses fatores é o fato de que está localizado na região intertropical, em uma faixa de latitude na qual a incidência de radiação solar é consideravelmente superior à ocorrente no restante do planeta (MARTINS; PEREIRA; ELCHER, 2004). A título de curiosidade, a Alemanha, um dos países em destaque da produção de energia solar, a região mais favorecida à produção possui um índice de radiação menor que o índice da região menos ensolarada do Brasil (CABRAL, 2013).

Um dos motivos relevantes para o investimento da produção no Brasil, é o fato de que o país possui as maiores reservas de quartzo no mundo, o que representa uma importante vantagem na competição para a produção do silício que é extraído do quartzo sendo um dos elementos constituintes dos sistemas solares, como vimos em capítulo específico.

Para NEVES e ROCHA (2021), a inserção da energia solar na matriz elétrica brasileira é uma questão de tempo e o aumento exponencial da fonte solar, proporcionará diversos benefícios ao país, principalmente no campo ambiental. Em verdade, a produção da matriz energética brasileira é predominantemente renovável, com forte percentual hidráulico.

No tocante aos impactos causados pelas fontes da matriz energética brasileira, importante relembrar que a matriz brasileira é composta por fontes não renováveis, que são de origem fóssil (carvão mineral, derivados do petróleo e gás natural) ou energia nuclear, e por fontes renováveis, como a energia proveniente da biomassa, energia das hidrelétricas, energia eólica e a energia solar.

Como citamos inicialmente, a eletricidade do Brasil é predominantemente vinculada à

energia hidráulica, sendo constituída por grandes usinas e considerado ainda um dos maiores produtores desse tipo de energia no mundo. Contudo, como aponta CAMPOS; SILVA, (2012) e FEARNSIDE (2012), embora tragas benefícios econômicos, a geração de eletricidade por meio das hidrelétricas gera impactos nos meios físico, biológico e social pois altera a geologia do local, causa mudanças hidrológicas, leva à perda da biodiversidade terrestre e aquática haja vista a construção das barragens, impacta no clima e na vegetação e dentre outros fatores de potencial impacto que degradam a natureza.

Nessa conjuntura, GODOY e MOURA (2012) ressaltam que as hidrelétricas causam enorme prejuízo tendo em vista a supressão da vegetação com a perda de ambientes, erosão na fase de construção e por conta do alagamento referente à construção dos reservatórios, assoreamento, fauna com a alteração da diversidade, na hidrologia sendo este decorrentes por dois fenômenos a saber: alteração do regime hidrológico e alteração na qualidade física e química da água (BORGES; MEIRA, 2008; ESTEVES, 1998).

Em verdade não só a geração hidráulica possui impactos negativos, a energia solar também possui, tais como: há problemas relacionados à interrupção do fornecimento e armazenamento, a construção de uma usina fotovoltaica demanda uma grande área, causando impactos semelhantes às usinas hidrelétricas e termelétricas.

Entretanto, a energia fotovoltaica tem a vantagem de ser instalado na modalidade distribuída e a alteração do cenário urbano causa um impacto ambiental muito menor do que o causado pelas termelétricas (MARIANO et al., 2016).

Outro ponto relevante, é que a energia solar se encontra abundantemente na natureza diferente das hidrelétricas, que dependem do volume da chuva para a produção de energia e, que devido às crises climáticas ficam mais ineficientes e com a capacidade reduzida para atender todo o território brasileiro.

Em consonância com o entendimento acima, Neves e Rocha (2021) destaca que a expansão

da energia solar traz enormes vantagens ao Brasil, elencando o que se segue:

i)O Brasil é um dos países mais ricos nos recursos naturais necessários ao desenvolvimento de uma forte indústria fotovoltaica, o que implica em enormes ganhos potenciais em termos econômico; ii) em termos sociais, o fortalecimento da indústria fotovoltaica implicaria em massiva criação de empregos, iii) a energia fotovoltaica distribuída possui a característica de poder ser provida em regiões isoladas, promovendo conforto e desenvolvimento, o que é de especial relevância, especialmente para um país de dimensões continentais como o Brasil, em que pequenas proporções da população se encontram isoladas em áreas remotas e de acesso mais limitado e sem ou com precário aporte de energia elétrica; iv) **a expansão da energia dólar como elemento da matriz energética contribui de forma significativa para a conservação dos sistemas naturais e para a mitigação da emissão de gases do efeito estufa, o que é crucial para um país como o Brasil que é um dos maiores reservatórios da biodiversidade do planeta. (grifo nosso)**

Desse modo, fica evidente que o uso da energia solar no Brasil se enquadra em três pilares da sustentabilidade, a *Triple Bottom Line*, idealizada porElkington (2012) na qual se estrutura nos aspectos *econômico, social e ambiental,* o que significa dizer didaticamente que tudo que é produzido deve ser financeiramente rentável, socialmente justo e ambientalmente responsável.

Aqui cabe registrar que o Brasil é comprador de painéis fotovoltaicos, quando poderia ser na verdade produtor e exportador, além de poder estabelecer um imenso parque gerador dessa tecnologia em virtude das características já descritas acima, não olvidando que os impactos positivos desta fonte são melhores e mais ambientalmente inofensivos do que as demais.

Nessa conjuntura, não podemos deixar de compreender o conceito de sustentabilidade que tem o potencial de reduzir significativamente os danos ambientais futuros. As condições ambientais são avaliadas regularmente para assegurar que os dados mais abrangentes

estejam disponíveis para desenvolver uma resposta política adequada quando se planeja o desenvolvimento sustentável nesta área.

Nos dizeres de BERLE (1992), as instalações de energia solar têm um impacto ambiental virtualmente nulo ou muito pequenos e as suas implicações empresariais são vastas e limitadas apenas pela imaginação humana e pelas circunstâncias econômicas.

Por fim, como vimos, o Brasil está entre os países com maior capacidade de utilização deste recurso, podendo contribuir para a sustentabilidade do país bem como do planeta como um todo.

- **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por todo o exposto, conclui-se que é urgente uma reflexão quanto ao uso mais abundante do aproveitamento solar, como fonte de energia renovável e limpa, podendo ser uma das apostas para o Brasil, como uma ferramenta eficaz de redução da emissão dos poluentes.

A priori, viu-se que é uma alternativa viável pois tais recursos são fontes inesgotáveis de energia sendo totalmente natural já que produz pouca ou nenhuma poluição do ar e da água e não adiciona gases de efeito estufa na atmosfera e não interfere no aquecimento global.

Por outro lado, a energia solar ainda é pouco utilizada devido ao seu custo de instalação, entretanto, resta patente os benefícios advindos desta fonte de energia se comparados com a energia hidrelétrica, citada aqui no presente estudo, e ainda se comparadas às energias não renováveis, tendo em vista o efeito cada vez danoso desta à natureza.

Destaca-se ainda o fato de que a energia solar pode ser até uma alternativa ao nosso país que enfrenta crises na sua geração hídrica, podendo ser uma solução para os períodos de seca cada vez mais prolongados e severos.

Por conseguinte, vislumbramos que o Acordo de Paris e a COP-27 foram importantes

instrumentos de reafirmação e ampliação das metas de ações urgentes para reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas assegurando um futuro mais sustentável a todos e que a preocupação com o meio ambiente transcende uma reflexão alarmante diante do cenário espantoso e de destruição.

Além disso, vimos que o Brasil possui um potencial gigantesco para ser o primeiro grande país do mundo a ter um sistema elétrico completamente sustentável. Dentro deste contexto, observa-se que a geração fotovoltaica distribuída é ainda mais benéfica pois não demanda degradação de grandes áreas, sendo locadas em diversas partes tais como residências, empresas e até mesmo lugares distantes e isolados.

Portanto, é necessário que esta fonte seja cada vez mais estimulada, a fim de que sua inserção seja representativa, no sentido de promover uma importante contribuição à mitigação dos problemas ambientais globais, contribuindo fortemente para a sustentabilidade inclusive do planeta. Assim, a utilização e o investimento nas fontes de energia solar devem ser considerados fundamentais e estratégicas.

REFERÊNCIAS

ART, Henry W. Dicionário de ecologia e ciências ambientais, São Paulo, Melhoramentos, 1998, p.188.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Atlas da Energia Elétrica do Brasil. Brasília – DF, 2005. 2ª Edição. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm. Acesso em: 19 dez. 2022.

BERLE, G. O Empreendedor do Verde: oportunidade de negócios em que você pode ajudar a salvar a terra e ainda ganhar dinheiro. São Paulo: Makron, McGraw- Hill, 1992.

BORGES, R.R.; MEIRA, R.L. Impactos Socioambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas e estudo de caso PCH-Queluz-SP e Lavrinhas-SP no rio Paraíba do Sul. Cadernos UniFOA, rio de

Janeiro, 2009.

BORTOLOTO, Valter A.; Et al.; Geração De Energia Solar On-Grid E Off Grid.; FATEC-Botucatu-SP.; 2017. Disponível em: http://www.fatecbt.edu.br/ocs/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/viewFile/1069/1234. Acesso em: 19 dez. 2022.

CABRAL, I. S. Análise Comparativa entre Brasil e Alemanha. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, IV, Salvador. Salvador: IBEAS, 2013.

CAMPOS, S.R.M. SILVA, V.P. A efetividade do estudo de impacto ambiental e do licenciamento em projetos de usinas hidrelétrica. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 13, n. 41, 2012.

CUSTÓDIO, Maraluce M. Energia e Direito: perspectivas para um diálogo de Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015.

ELKINGTON, J. Sustentabilidade: canibais com garfo e faca. São Paulo: M. Books do Brasil, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf. Acesso em: 18 dez. 2022.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FEARNSIDE, P.M. Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: the example of Brazil´s Teles Pires Dam. Mitigation and Adaptacion Strategies for Global Change, v. 18, 2012.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. Curso de Direito da Energia –

Tutela jurídica da água, do petróleo, do gás natural, do biocombustível, dos combustíveis nucleares, do vento e do sol. São Paulo: Saraiva, 2015.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. Parâmetros normativos vinculados ao uso da energia solar no país em face do Direito Ambiental Brasileiro. Revista Jurídica; Vol. 2, n.º 51 (Ano 2018). Disponível em: http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/2805. Acesso em: 19 dez. 2022.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets. OECD/IEA. Paris, France, 2002. Disponível em: http://library.umac.mo/ebooks/b13623175.pdf Acesso em: 15 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. A COP-27 e suas implicações para a indústria da energia. Disponível em: https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/analises/a-cop-27-e-suas-implicacoes-para-as-industrias-da-energia/. Acesso em: 20 dez. 2022.

GODOY, J.; MOURA, J. P. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para construção de usina hidroelétrica. Monografias Ambientais REMOA/UFSM, Santa Maria, v.7, n.7, 2012.

MARIANO, J.D.A. et al. Hydro, termal and photovoltaic power plants: A comparison between eletric power Generation, environmental impacts and CO2 emissions in the Brazilian scenario. International Journal of Energy and Environment, v. 7. 2016.

MARTINS, F. R; PEREIRA, E. B; ECHER, M. P. S. Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário – o Projeto Swera. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo: 2004.

NEVES, Filipe Gabriel Gama Rodrigues; ROCHA, Carlos Frederico Duarte. A evolução da energia solar na matriz elétrica brasileira: perspectivas de implementação e impacto positivo na sustentabilidade. Editora Appris, 2021.

PARIDA, B.; INIYANB. S; RANKO, G. A review of solar photovoltaic Technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, [s.l], v. 15, p. 1.625-1.636, 2011.

PEREIRA, Narlon Xavier. Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181288. Acesso em: 15 dez. 2022.

PESSINI, L; SGANZERLA, A. (2016). Evolução histórica e política das principais conferências mundiais da onu sobre o clima e meio ambiente. *Revista Iberoamericana De Bioética*, (1), 1-14. Disponível em: https://revistas.comillas.edu/index.php/bioetica-revista-iberoamericana/article/view/6772. Acesso em: 18 dez. 2022.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral; Carvalho, Cláudio Elias. *São Paulo; Manole; 2005.*

RIOS, I; RIOS, E. Microgeração fotovoltaica conectada à rede elétrica: o que mudou com a Resolução Normativa n. 687 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Revista Brasileira de Energia Solar, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 119-122, 2017.

SALEM, Lionel. Dicionário das Ciências. Petrópolis: Vozes, São Paulo: Ed. UNICAMP, 1995.

TORROBA, Agostinho. COP 27: o papel das energias renováveis na descarbonização. Disponível em: https://blog.iica.int/blog/cop-27-rol-las-energias-renovables-en-descarbonizacion. Acesso em: 18 dez. 2022.

VITTO, W.A.C. A política de conteúdo local para a indústria do petróleo e gás natural no Brasil durante o período 2003-2014: uma análise qualitativa da sua evolução. 2016. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) – Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro. VILLALVA, M.G. Conversor Eletrônico de Potência

Trifásico para Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

---

[1] Pós-Doutor em Direito pela Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha (2019). Doutor em Ciências Jurídicas pela Universidad Castilha la Mancha na Espanha (2014). Professor Adjunto IV e Diretor da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Professor do Programa de Mestrado em Constitucionalismo e Direitos da Amazônia da UFAM e, em Direito Ambiental, pela UEA. E-mail: adrianofernandes3@hotmail.com. Telefone: (92) 98413-8323.

[2] Mestranda em Direito pela Universidade Federal do Amazonas. Advogada. Pós-graduação em Direito Empresarial pela Universidad Mayor de San Marcos e em Defensa de la Competencia y Propiedad Intelectual pela Universidad Catolica de San Pablo. E-mail: ximcbkar1125@gmail.com. Telefone: (11) 94122-0794.

[3] Mestranda do Programa de Pós Graduação *Strictu Sensu* em Direito Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Pós Graduada em Direito Público pela Faculdade Damasio. Advogada. Bacharel em Direito pela Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Brasil. E-mail: leda.mourao@gmail.com. Telefone: (92) 98125-3625.

[4] A COP 27 foi a 27ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (sigla em inglês UNFCC – United Nations Framework Convention on Climate Change). Disponível em: https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2022/11/a-cop-27-e-suas-implicacoes-para-a-industria-de-energia-1.pdf. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.