

ENERGIA EM ALTO MAR: CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE USINAS SOLARES *OFFSHORE* E SEUS EFEITOS

YAGO MAGALHÃES FONTES¹

1Licenciatura em Geografia pelo Centro Universitário ETEP (2022), Tecnólogo em Comércio Exterior pelo Centro Paula Souza FATEC-PG (2020). Experiência em Comércio Exterior e Pesquisas. Voluntário pelas causas ambientais junto da organização Greenpeace Brasil (2020). Voluntário em Pesquisas sobre o COVID19 pela Fold At Home (2020). yago251715mgf@gmail.com.

RESUMO

Dentre os avanços tecnológicos relacionados ao setor de captação de energia consideradas sustentáveis, as usinas solares offshore demonstram uma maior capacidade de captação por obter mais espaço para implantação das placas além de oferecer menor poluição visual. No entanto sua implantação ainda carrega outras consequências de usinas solares terrestres além de poder afetar pontos relacionados ao meio ambiente marítimo. Esse artigo demonstra o que é a captação de energia solar offshore, sua implantação e seus efeitos para seu entorno, tendo como objetivo compreender os efeitos de sua implantação no Brasil motivada pelo Projeto de Lei nº 576, de 2021, projeto esse que prevê a práticas das usinas de energia offshore na costa brasileira.

Palavras-chave: Energia; Solar; Offshore; Brasil; Efeitos.

ENERGY ON THE SEA: CONSIDERATIONS ON THE IMPLEMENTATION OF OFFSHORE SOLAR PLANTS AND THEIR EFFECTS

ABSTRACT

Among the technological advances related to the so-called sustainable energy capture sector, offshore solar plants demonstrate a greater capture capacity by obtaining more space for the implantation of the plates in addition to offering less visual pollution. However, its implementation still carries other consequences of terrestrial solar plants in addition to being able to affect points related to the maritime environment. This article demonstrates what the capture of offshore solar energy is, its implementation and its effects on its surroundings, aiming to understand the effects of its implementation in Brazil motivated by the Law Project nº 576, of 2021, a project that provides for the practices of power plants offshore in the Brazilian coast.

Keywords: Energy; Solar; Offshore; Brazil; Effects.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar tem sido explorada no Brasil desde 2011 quando foi criada a primeira usina fotovoltaica no município de Tauá no estado do Ceará, tendo essa usina com 4680 painéis, ocupando o espaço equivalente a 10 piscinas olímpicas gerando no total de 1 Megawatt (MW) de energia elétrica, o suficiente para sustentar 1,5 mil famílias (PROCURADORIA GERAL DO ESTADO DO CEARÁ, 2015).

Com os avanços tecnológicos no setor de energia e infraestrutura, criou-se a forma de captação de energia solar *offshore*, que possibilita a captação de energia solar em um espaço mais amplo, ciente da capacidade dessa nova forma de tecnologia o senado brasileiro debateu recentemente o Projeto de Lei nº 576, de 2021, de autoria do senador Jean Paul Prates, onde é oficializado e formalizado uma regulamentação para a implantação *offshore* de usinas de energias consideradas sustentáveis, dentre elas a fotovoltaica. (PROJETO DE LEI Nº 576, 2021).

Portanto, o objetivo desse estudo é apresentar o que são as usinas solares *offshore* para então compreender como elas seriam aplicadas no Brasil através do Projeto de Lei nº 576, de 2021, e seus efeitos, sendo demonstrado através de uma metodologia documental qualitativa estando de acordo com Kripka *et al* (2015) por ser baseada em dados obtidos provenientes de documentos, afim de compreender um fenômeno, trabalha a dissecação da implantação de uma usina solar *offshore* no Brasil e seus efeitos ao entorno.

Inicialmente será trabalhada a apresentação de como ocorre a captação de energia solar, posteriormente como ela ocorre no modo *offshore* e o que o projeto de lei propõe para a implantação *offshore* e as consequências de tal prática.

2 A ENERGIA SOLAR

A captação de energia solar segundo Machado e Miranda (2015) é um método de captação de energia que ocorre através de placas fotovoltaicas que absorvem a radiação solar e converte em energia elétrica, tendo essa radiação solar capacidade suficiente para alimentar a demanda energética do planeta, recebendo cerca de $9,5 \times 10^4$ TW (Terawatts) de energia solar por ano, cerca de 10.000 vezes a mais do que toda população terrestre consome. É evidente que de toda essa carga energética que recebemos, parte se dissipa com as variações climáticas.

Referente aos melhores métodos de captação de energia solar, existem diferentes tipos de placas fotovoltaicas que têm sido aprimoradas ao longo dos anos. De acordo com o portal da empresa brasileira especialista em implantação de painéis solares EMAPSOLAR (2019), existem quatro tipos principais de painéis solares, o painel monocristalino possui uma alta taxa de absorção de energia com maior tempo de vida útil, no entanto possuindo uma manutenção elevada. Enquanto o painel de policristalino possui uma baixa taxa de absorção de energia e menor tempo de vida útil e manutenção menos custosa. Com relação a flexibilidade, o painel de Thin-Film de silício amorfo opera com custos baixos e possui uma maior flexibilidade para implantação de diferentes tipos de projetos, e por fim o painel de célula fotovoltaica concentrada, sendo esse painel o mais eficiente em absorção de energia solar, no entanto por

conta de sua alta eficiência demanda um sistema de resfriamento para o manter de suas atividades.

A atuação da energia solar tem crescido cada vez mais tendo um maior aprimoramento do setor energético.

O Brasil ultrapassou neste sábado (30/10) os 180 gigawatts de potência para geração de energia elétrica, atesta a equipe de fiscalização da ANEEL. A entrada em operação comercial de 278,3 megawatts (MW) referentes ao complexo de usinas fotovoltaicas [...] A energia solar teve outro patamar alcançado nos últimos dias, superou os 4 GW de potência instalada em usinas de geração centralizada no país. Somados aos 7,3 GW de potência instalada de geração distribuída, a fonte solar alcançou 11,3 GW de potência instalada. Do total de empreendimentos de geração em operação, 82,73% são movidos por fontes renováveis, sendo mais de 60% a partir de centrais geradoras hidrelétricas, pequenas centrais hidrelétricas e usinas hidrelétricas. Outros 10,98% são provenientes de usinas eólicas (ANEEL, 2021).

Reconhecendo que o setor de energia solar tem crescido cada vez mais no país, é preciso repensar sobre as consequências desse aumento de aplicação de tal prática e entender as consequências e benefícios do atual cenário (ANEEL, 2021).

Uma das desvantagens para a implantação de usinas solares, é o alto custo de implantação e manutenção, também pode ser citada a necessidade de a mesma ser implantada em uma área isolada, além do fato de que a aplicação de uma usina solar necessita de muito espaço e pode gerar um aumento da temperatura local (GREENPEACE, 2004).

Tendo consciência de como a energia solar pode atuar em terra firme, é preciso compreender que com a mudança de cenário, pode ocorrer também a mudança de suas vantagens, desvantagens e praticidade de suas aplicações, e isso se encaixaria na diferença relacionada as usinas solares *offshore*.

3 USINA SOLAR OFFSHORE

Quando ponderamos sobre utilizar a captação de energia solar em um cenário *offshore*, é preciso refletir sobre as consequências e benefícios dessa implantação e como ela pode afetar a captação de energia local através de seus devidos resultados, demonstrando o que seria realmente a captação fotovoltaica *offshore*, como ela pode ser realizada, exemplos de atuação dessas usinas e por fim seus efeitos.

A energia solar quando captada no cenário *offshore* de acordo com a Agência Nacional de Água de Cingapura (2021) é capaz de captar de 5 a 15% a mais de energia do que quando captada por usinas solares convencionais, e isso ocorre por conta da questão do resfriamento durante o processo de captação de energia, pois em um ambiente devidamente resfriado pela água a necessidade de um sistema de resfriamento da base tecnológica é anulada, essa questão é reforçada por Solanki *et al.*(2017), que a água também ajuda no melhor aproveitamento de

espaço de terra, pois usinas de energia solar demandam muito espaço para serem implantadas e para funcionarem em alta performance, onde a mesma afirma que seria uma alternativa viável para países mais populosos como a Índia, que precisam de uma melhor distribuição de espaço em terra. Solanki *et al* (2017) também pontua que, o verdadeiro obstáculo para a implantação de uma usina solar fotovoltaica é a aplicação de uma estrutura inteligente que se sustente na movimentação da água e sua viabilidade de operação.

Com relação a exemplos de usinas solares *offshore* de alta eficiência, pode ser citada a usina de Kagoshima Nanatsujima, localizada em Kagoshima, que possui mais de 290 mil painéis de policristalino, tendo a capacidade anual de gerar até 78 mil MW de energia, contribuindo com a redução de até 25 mil toneladas de CO₂ por ano (KUMAR *et al*, 2015).

Também pode ser citada a usina solar Sembcorp Tengeh de Cingapura que de acordo com a Agência Nacional de Água de Cingapura (2021) deu início as suas operações em 2021, com 122 mil painéis, sendo capaz de reduzir até 32 mil toneladas de CO₂ por ano, sendo essa usina específica instalada em um reservatório local, demonstrando que não ter a dificuldade de lidar com questões relacionadas à adaptação aos movimentos da água.

Considerando a estrutura das usinas solares *offshore*, López *et al.* (2020) afirma que quando aplicadas em locais com pouca movimentação da água, tais como reservatórios ou lagos, não é necessária uma grande adaptação quanto para ambientes marinhos que possuem movimentação constante da água, pois essa questão teria que considerar a movimentação das ondas e demonstraria a necessidade de designs mais flexíveis e que absorvessem a energia com maior capacidade, e isso claro tornaria a operação consideravelmente mais custosa por essas adaptações.

Relacionado à viabilidade da operação no cenário marítimo tendo em vista esses requisitos, existem dois tipos de painéis que podem ser utilizados, sendo eles o painel Thin-Film de silício amorfo, por conta de sua maior flexibilidade, podendo se adaptar aos possíveis movimentos bruscos que podem ocorrer na água. E também o painel de célula fotovoltaica concentrada, que mesmo demandando uma melhor base para sustentar a captação durante os movimentos da água, por sua inflexibilidade, possui uma melhor captação de energia solar, sem necessitar de um método de resfriamento, pois atuaria em operações *offshore* estando em contato com a água.

Outra questão que pode ser discutida na implantação de usinas solares *offshore* são os seus efeitos ao meio ambiente. Certamente, existe o benefício de melhor aproveitamento do espaço, menor atração de calor ao local por conta do resfriamento que a água proporciona, porém, é fato de que a biodiversidade local pode ser afetada com a operação de manutenção

dos equipamentos, onde caso a implantação cubra grande parte da costa, causaria uma falta de contato do sol com as algas marinhas, impedindo o processo de produção de oxigênio, onde de acordo com Pascke e Lanzendorf (2017), os peixes e outros seres marinhos necessitam de oxigênio para sobreviver, demonstrando que tal prática pode não ser vista como totalmente sustentável.

4 A USINA SOLAR *OFFSHORE* NO BRASIL E A PL. Nº 576, 2021

Para a implantação de uma usina solar *offshore* no Brasil é preciso compreender o formato de material a ser utilizado na usina, a finalidade dela, o local do projeto e como isso impactaria a área de operação. No entanto, vale ressaltar que ainda não foi projetado uma usina solar *offshore* no Brasil até o momento, por essa razão devemos analisar os incentivos para a criação de tal estrutura, sendo esse o incentivo de caráter legal e burocrático do Projeto de Lei nº 576 de 2021, criado pelo Senador Jean Paul Prates, tendo esse projeto uma menta que disciplina a outorga de autorizações para aproveitamento de potencial energético *offshore*.

Disciplina a exploração e desenvolvimento da geração de energia a partir de fontes de instalação *offshore*, assim consideradas as localizadas em área do Mar Territorial, da Plataforma Continental, da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) ou de outros corpos de água sob domínio da União (PROJETO DE LEI Nº 576 de 2021).

A explicação da ementa da PL. nº 576 de 2021, demonstra que o projeto de lei foca no desenvolvimento da geração de energia *offshore*, podendo considerar que pode englobar outras formas de energia, deixando uma interpretação muito ampla para uma lei criada com a finalidade específica de incentivo de projetos de energia sustentável *offshore*. Não especificando os tipos de usinas que poderiam ser implantadas, e através de uma análise mais da escrita é possível notar que é usada a expressão “mar territorial”, considerando assim a interpretação de que esse mesmo projeto considera o cenário mais custoso e complexo para operação, o cenário da implantação de usinas *offshore* marítimas.

A PL. nº 576 de 2021, também apresenta alguns princípios para a sua criação, com foco em incentivar o desenvolvimento sustentável.

Art. 4º São princípios e fundamentos da exploração e desenvolvimento da geração de energia a partir da fonte instalação *offshore*: I – a busca pelo desenvolvimento sustentável com inclusão social e pelo combate à crise do aquecimento global; II – o interesse público garantido por meio da transparência ativa e da participação popular; III – a economicidade e racionalidade no uso dos recursos naturais visando fortalecimento da segurança energética; IV – a abertura ao estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de energia limpa a partir do aproveitamento do espaço *offshore*, incluindo seu uso de modo a viabilizar a redução de emissões de carbono durante a produção de energia, como na extração de hidrogênio verde; V – a harmonização do uso marítimo com o respeito às atividades que tenham o mar e o solo marinho como meio ou objeto de afetação, bem como demais corpos de água sob domínio da União;

VI – a proteção e a defesa do meio ambiente e da cultura oceânica; e VII – a responsabilidade quanto aos impactos e às externalidades decorrentes da exploração da atividade de geração de energia.
(PROJETO DE LEI Nº 576 de 2021).

O primeiro e o quarto princípio trata de defender a implantação de usinas *offshore* na busca do desenvolvimento sustentável, enquanto no segundo princípio demonstra que a criação é de total interesse público, o que pode considerar uma maior vantagem social para a região, conceito que é reforçado no terceiro princípio igualmente. Por fim, no sétimo princípio, é assumida a responsabilidade pelas externalidades e impactos futuros da operação, demonstrando que a prática em si pode ser danosa ao meio ambiente e que a falta de uma especificação pode acarretar em outras formas de exploração de energia *offshore* que podem ser danosas ao meio ambiente, o que contradiz a proteção do meio ambiente e cultura oceânica.

O artigo sexto da PL. nº 576 de 2021, demonstra que para a implantação serão realizadas avaliações técnicas e econômicas, um estudo prévio de impacto ambiental (EIA), zoneamento e licenciamento ambiental e avaliação de segurança náutica e aeronáutica, questões que normalmente já seriam implantadas em projetos de usina elétrica, não sendo um diferencial ou um fato determinante que demonstraria que a lei trataria somente de usinas elétricas ditas sustentáveis, a PL. nº 576 de 2021, em si tampouco especifica quais seriam exatamente os tipos de usinas que podem ser implantadas de forma *offshore*.

5 RESULTADOS

Em virtude dos aspectos abordados, é possível afirmar que a implantação de uma usina solar *offshore*, apesar de sua complexidade, tem se tornado uma prática cada vez mais constante e sendo fortemente incentivada no Brasil pela PL. nº 576 de 2021, mesmo que tal projeto de lei não seja específico cabendo a interpretação de possibilitar implantação de outras formas de captação de energia *offshore*. Vale ressaltar também que é necessário compor um padrão de construção e segurança das operações para que enfim seja possível realizar um projeto de implantação. É preciso compreender o local em que a usina será implantada para que possa ser definida a questão de custo para manutenção, também é necessário um projeto específico e a definição dos materiais para a operação de acordo com as demandas requisitadas.

6 CONCLUSÃO

As usinas solares *offshore* estão cada vez mais presentes, sendo uma solução inovadora para um melhor aproveitamento de espaço e absorção de energia de forma mais sustentável, e se tratando de energia solar, até mesmo de forma mais proveitosa pois sua atividade absorve de

5% a 15% a mais do que as usinas solares convencionais. No entanto, é fato que suas operações não são totalmente livres de danos ambientais pois pode prejudicar a biodiversidade local com suas operações e constantes manutenções, além de poder diminuir a oxigenação da água por conta de sua estrutura extensa.

Relacionado à implantação das usinas solares *offshore*, é fato que uma projeção, construção e manutenção de tal estrutura é muito mais custosa do que as estruturas em terra firme, e que as formas de implantação dos tipos de painéis dependem da demanda requisitada, pois se a necessidade é de uma usina flexível de menor custo e de fácil manutenção o ideal seria o uso de painéis fotovoltaicos Thin-Film, e se a necessidade for de uma melhor absorção de energia, seria necessário a implantação de painéis fotovoltaicos de Célula Fotovoltaica Concentrada, que pode ser ainda mais custosa para a implantação se aplicado no ambiente marítimo pois diferente dos painéis Thin-Film não possui a mesma flexibilidade.

A PL. nº 576 de 2021, mesmo sendo o primeiro grande incentivo para a criação de usinas de energia *offshore* sustentável, possibilitando a criação e projeção dessas mesmas e dando base legal, ainda possui uma falta de sua especificidade de ação, podendo tirar o foco de sua utilização somente para usinas de energia ditas sustentáveis.

7 AGRADECIMENTOS

O autor agradece fielmente aos amigos Daniel Rossmann Jacobsen, Trenton Wilkie, Matheus Secchi, Kira Luersen Sordi, e também a Kiel a pessoa mais especial, meu melhor amigo e também à Paulo, que infelizmente não se encontra mais entre nós.

8 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Capacidade de geração de energia no Brasil supera os 180 GW**. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/capacidade-de-geracao-de-energia-no-brasil-supera-os-180-gw>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

BRASIL, PROJETO DE LEI Nº 576 DE 2021. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8930687&ts=1652120329928&disposition=inline>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

EMAPSOLAR. **Tipos de Pannel Solar: leia antes de escolher o melhor para você**. Disponível em: <<https://emapsolar.com.br/tipos-de-pannel-solar-leia-antes-de-escolher-o-melhor-para-voce>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

GREENPEACE, **Dossiê da energia positiva para o Brasil**. Disponível em: <http://greenpeace.com.br/energia/pdf/dossie_energia_2004.pdf#page=7>. Acesso em: 05 jun. 2022.

KUMAR, Vinod; SHRIVASTAVA, R.L; UNTAWALE, S.P. Solar Energy: Review of Potential Green & Clean Energy for Coastal and Offshore Applications. INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, COASTAL AND OCEAN ENGINEERING (ICWRCOE 2015). ed 1. p.476-477. 2015

KRIPKA, Rosana M.L.; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. ed.1, Atas CIAIQ2015, VOL 2. p. 244. 2015

LÓPEZ, Maria; RODRÍGUEZ, Noel; IGLESIAS, Gregorio. Combined Floating Offshore Wind and Solar PV. Journal of Marine Science and Engineering. 1 ed. p. 7. 2020

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. Rev. Virtual Quim., p 126-143. 2015.

PASCHE, Mayara S.; LANZENDORF, Felipe. N. DIFERENÇA ENTRE PEIXES DE ÁGUA SALGADA E PEIXES DE ÁGUA DOCE. Disponível em: <http://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID_EaD/article/view/1758/866> Acesso em: 10 jun. 2022.

PROCURADORIA GERAL DO ESTADO DO CEARÁ. **Usina localizada em Tauá é pioneira na geração de energia fotovoltaica.** Disponível em:<<https://www.arce.ce.gov.br/2015/10/16/usina-localizada-em-taua-e-pioneira-na-geracao-de-energia-fotovoltaica/>> Acesso em: 05 jun. 2022.

Singapore's National Water Agency. **Floating Solar Systems.** Disponível em:<<https://www.pub.gov.sg/sustainability/solar/floatingsystems>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SOLANKI, Chintan; NAGABABU, Garlapati; KACHHWAHA, Surenda S. Assessment of offshore solar energy along the coast of India. 2017 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies. 1 ed. p. 531. 2017.