

EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FOTOVOLTAICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA

NATIONAL AND INTERNATIONAL EXPERIENCES IN THE IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC EQUIPMENT FOR CLEAN ENERGY GENERATION

Bel. João Vitor Grigoletto Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Faculdade Adventista de Minas Gerais

E-mail: joaovitorgrigoletto@gmail.com

Dra. Lindsay Teixeira Sant'anna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2311-111X>

Faculdade Adventista de Minas Gerais

E-mail: lindsaysantanna@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar as principais experiências internacionais que pudessem oferecer subsídios para a adoção de estratégias inovadoras na fomentação de alternativas sustentáveis para a institucionalização da energia fotovoltaica no Brasil. Selecionou-se as experiências de um país de cada continente, totalizando cinco países, sendo estes: China, EUA, Alemanha, Austrália e Quênia. Esses países são os maiores produtores de energia elétrica, por meio de equipamentos fotovoltaicos de seus continentes. Com base nos dados analisados, evidenciou-se as possibilidades de fomento para a aplicação de sistemas fotovoltaicos, bem como os mecanismos de incentivos, legislações, parcerias e outras práticas envolvidas. As análises revelaram, ainda, a importância dada pelos cinco países analisados ao fomento de alternativas de energia limpa, bem como evidenciou a realização de parcerias entre esses países, investimentos em pesquisas, incentivos fiscais e outras práticas que viabilizam a produção e geração de energia fotovoltaica em seus territórios.

Palavras-chave: Energia solar. Institucionalização. Economia. Incentivos Governamentais.

1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho, objetivou-se identificar as principais experiências internacionais que pudessem oferecer subsídios para a adoção de estratégias inovadoras na fomentação de alternativas sustentáveis para a institucionalização da energia fotovoltaica no Brasil.

De forma específica, o estudo pretendeu realizar uma comparação do cenário fotovoltaico, de cinco países, sendo um de cada continente: China, EUA, Alemanha, Austrália e Quênia. A comparação possibilitou identificar alternativas de implementação de sistemas fotovoltaicos para o Brasil.

Com base em uma revisão integrativa da literatura, mapeou-se as principais estratégias adotadas para a viabilidade técnica financeira e/ou econômica da aplicação de mais sistemas fotovoltaicos no Brasil, analisando relevantes artigos científicos e outras fontes confiáveis de pesquisa.

O assunto abordado é de suma relevância, uma vez que há a necessidade de a sociedade compreender, cada vez mais, os benefícios do uso dos equipamentos fotovoltaicos como fonte de geração de energia elétrica sustentável, proporcionando maiores vantagens tanto economicamente, como ambientalmente. No cenário internacional, nos últimos anos, é notório o crescimento do mercado mundial fotovoltaico. A capacidade instalada de energia fotovoltaica vem crescendo de forma exponencial, encerrando o ano de 2019, com 627 GW de capacidade (REN21, 2019, 2020).

2. MARCO TEÓRICO: A energia fotovoltaica

Com o aumento exponencial da população mundial, há cerca de 7,6 bilhões de habitantes no mundo, segundo as Nações Unidas Brasil (2019). É de suma importância desenvolver e inovar tecnologias sustentáveis que reduzam os impactos socioambientais advindos do modo de vida de tantas pessoas (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2019).

O crescimento econômico aumenta a demanda por energia elétrica para o processo de produção industrial e consumo de energia e o atual cenário mundial apresenta esgotamento dos recursos naturais, bem como, aumento na emissão dos gases poluentes desencadeadores do chamado efeito estufa (ROSA; GASPARIN; MOEHLECKE, 2015).

Diante desse cenário de aumento populacional, crescimento econômico e demanda por energia elétrica, crescente necessidade de se investir em fontes de energia sustentáveis. Uma das fontes de produção mais viáveis e indicada por pesquisadores e economistas, é a energia fotovoltaica em

virtude de seus benefícios e vantagens (GALDINO;PINHO, 2014). A energia elétrica, por sistemas fotovoltaicos, se destaca pela sua baixa emissão de poluentes, baixa manutenção e possibilidade de gerar energia localmente.

No Brasil, os incentivos fiscais oferecidos pelo governo para quem gera a própria energia, por meio do sistema solar, são oferecidos em âmbito nacional ou estadual. A princípio, quase todos os estados isentam a cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Já o PIS/Cofins tem as alíquotas reduzidas a zero para as unidades consumidoras que produzem a energia solar.

De acordo com os dados registrados na segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar, o potencial de geração de energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos, apontam para uma enorme capacidade de exploração. Principalmente, no chamado Cinturão Solar, área que se estende do Nordeste até o Pantanal, pegando o norte de Minas Gerais, o sul da Bahia e o norte e nordeste de São Paulo. Ressaltando que das áreas supracitadas, a região Nordeste é a que apresenta o maior potencial solar, no Brasil, com valor médio do total diário da irradiação global horizontal de 5,49 kWh/m² e da componente direta normal de 5,05 kWh/m² (INPE, 2019).

3 METODOLOGIA

Com base em uma revisão integrativa da literatura, mapeou-se as principais estratégias adotadas para a viabilidade técnica financeira e/ou econômica da aplicação de sistemas fotovoltaicos no Brasil. Esta busca foi realizada pela ferramenta do google acadêmico, onde se encontrou relevantes artigos científicos indexados e também, buscou-se em sites de órgãos públicos e empresas sobre as práticas atuais realizadas nos países escolhidos.

Para a análise dos dados utilizados, realizou-se a análise de conteúdo fundamentada em pesquisas descritivas, sobre os meios que vêm sendo utilizados para fomentar a institucionalização e instalação de sistemas fotovoltaicos nos 5 países maiores produtores de energia fotovoltaica de cada continente (EUA, China, Alemanha, Austrália e Quênia) e seus respectivos incentivos

governamentais e privados.

4 RESULTADOS

A **China** vem investindo intensamente em tecnologia e desenvolvimento em equipamentos fotovoltaicos, com o objetivo de reduzir em até 65% a utilização de combustíveis não fósseis.

Em 2019, a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma da China solicitou para que as empresas de distribuição assinassem contratos de longo prazo para a compra de energia junto aos operadores dos projetos renováveis sem subsídios. Diante disso, foram aprovados um total de 168 projetos solares, além de 26 projetos-piloto de geração distribuída renovável, em 16 cidades e regiões da China (NASSA et al., 2019).

Como medidas de transição energética, em 2021, os chineses investiram US\$ 276 bilhões, valor que corresponde a um terço dos investimentos mundiais nesse tipo de solução. Com isso, a economia chinesa vem atraindo, cada vez mais, novos investidores, tornando-se uma das maiores economias mundiais (NASSA et al., 2019).

Com o aumento exponencial da população e, conseqüentemente, a necessidade de aumentar a geração de energia elétrica, como parte de iniciativa governamental, em 2006 os **Estados Unidos** (EUA) criaram a Solar America Initiative (SAI) do Departamento de Energia (Department of Energy - DOE). O governo federal ofereceu, em 2016, para a instalação de painéis fotovoltaicos, um desconto de 30% em crédito de imposto de renda (FRANÇA, 2016). No entanto, cada estado americano estabelece seus incentivos financeiros adicionais, como: tarifa prêmio, empréstimos a juro zero para a aquisição de painéis fotovoltaicos e implantação de sistemas de energia solar distribuída.

Até o período de 2014, a **Alemanha** liderou o ranking em capacidade de geração instalada de energia solar fotovoltaica, sendo ultrapassada pela China (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2016). O fato é que, visando a soluções ambientais para a substituição da geração nuclear e o favorecimento de geração de energias renováveis, a Alemanha foi uma das

pioneiras na exploração e investimentos de energia fotovoltaica.

A **Austrália**, por ser o país com maior incidência de radiação solar por metro quadrado do planeta, que corresponde a aproximadamente 10 mil vezes o seu consumo de energia anual, comprometeu-se na geração de energia elétrica solar (FRANÇA, 2016). A Austrália criou o primeiro programa de metas de energias renováveis, em 2001, por meio de certificados de energias sustentáveis, com pequena ou larga escala, de acordo com a capacidade de geração (FRANÇA, 2016). Existem, atualmente, na Austrália, mais de 2,56 milhões de instalações fotovoltaicas, com uma capacidade combinada de mais de 18,5 GW. Em 2010, havia menos de 100 mil sistemas fotovoltaicos instalados no país. Em decorrência dos incentivos governamentais e, conseqüentemente, a redução de custos, seguidos do aumento da oferta de painéis chineses, o consumidor australiano tem optado por painéis com potência cada vez maior.

No **Quênia**, o Grupo Ariya, situado em Nairóbi, atua na indústria solar no país, desde 2015, com a adoção de baterias integradas de forma inteligente, tecnologias de estabilização de energia e sistemas solares fotovoltaicos (GOPARITY, 2021). Empresas alemãs têm apostado no mercado de energia solar no país, financiando a produção da energia oriunda das camadas da Terra no Quênia. Os sistemas fotovoltaicos apresentaram impactos diretos e indiretos no Quênia. A instalação das cinco centrais solares produziram o total de 1701,8 MWh/ano de energia limpa, evitando a emissão de CO₂. Tal fato contribuiu para a descarbonização no Quênia, o qual deixará de emitir 345,5 toneladas de CO₂ todos os anos. Tudo isso vem acontecendo por meio da redução dos custos de energia, a promoção da economia local, manutenção de postos de trabalho, bem como, benefícios em longo prazo e segurança de emprego para os empregados e comunidades circundantes (GOPARITY, 2021).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

O **Brasil** é um país que possui um dos maiores potenciais para a geração de energia fotovoltaica no mundo, contando com níveis de irradiação solar superiores aos de países onde projetos para aproveitamento de energia solar são muito mais avançados, como Alemanha, França e Itália,

segundo o INPE (2019).

Quando comparadas às experiências do Brasil, observa-se que na **China, EUA, Alemanha, Austrália e Quênia** houve grandes resultados por meio de incentivos governamentais, redução de tarifas e, principalmente, grandes investimentos em projetos de desenvolvimento. Por outro lado, há uma dependência internacional para a produção dos painéis solares em escala comercial, uma vez que a **China** é detentora dessa produção, liderando assim o ranking mundial.

Como o Brasil precisa importar partes da placa solar, o custo do produto final acaba ficando maior e, conseqüentemente, o tempo de produção também. O principal empecilho encontrado a partir desse estudo foi o custo dessa tecnologia. Mesmo com incentivos fiscais e disponibilização de crédito, o investimento em energia solar elétrica é caro para consumidores de média ou baixa renda no Brasil. Isso causa um afastamento do interesse nessa tecnologia e também um atraso em seu avanço, na matriz energética do país. Apesar disso, segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, o Brasil é detentor de diversas unidades de potência instalada espalhadas pelo país. Somente no segmento de geração centralizada por grandes usinas, o mercado de energia solar, no Brasil corresponde a 2,4% de toda a matriz elétrica brasileira, com mais de 4,5 Gigawatts (GW) (PORTAL SOLAR, 2022).

As experiências internacionais demonstram a importância e a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia solar, que se dá, basicamente, por meio de universidades e centros de pesquisa, bem como por parcerias entre governos de outros países, assim como o **Quênia e a Alemanha** que apresentam grandes projetos para descarbonizar.

Ao fazer a correlação das experiências internacionais com as do Brasil, em relação à energia solar e suas legislações, pode-se concluir que os decretos e leis brasileiras estão mais voltados a incentivos fiscais. Ressaltando, a isenção de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e prestação de Serviços) na esfera estadual, e IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) na esfera federal para equipamentos como, por exemplo, módulos fotovoltaicos, células solares em módulos ou painéis (VALLÊRA, 2006).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi o de identificar as principais experiências internacionais que pudessem oferecer subsídios para a adoção de estratégias inovadoras na fomentação de alternativas sustentáveis para a institucionalização da energia fotovoltaica no Brasil.

Fico claro que o Brasil possui um enorme potencial para a alavancagem da produção de energia elétrica a partir da energia solar. O país é produtor da principal matéria-prima utilizada nas placas solares, o silício, encontrado em abundância no território brasileiro. O Brasil também é um país cuja variação de radiação solar é considerada baixa, tendo índices mais constantes do que EUA, China, Austrália e Quênia, além de possuir muitas áreas com ótimo potencial para a produção constante de energia elétrica através da energia solar.

O Brasil pode alavancar-se de forma mais consistente seguindo experiências como as da Alemanha e Quênia, que através de parcerias entre seus governos estão implementando novos projetos. Ademais, o Brasil pode realizar parcerias com a China para a produção de placas, permitindo, assim, a redução no custo dos equipamentos. Os inúmeros incentivos tanto dos EUA, Austrália, Alemanha e China em projetos de desenvolvimento tecnológico, por meio de parcerias com as universidades, podem ser caminhos interessantes de envolvendo do setor público e privado no Brasil para o fomento de energia limpa.

Como em qualquer trabalho científico, o presente estudo apresenta limitações, em virtude do recorte teórico e da metodologia adotados. Outras pesquisas realizadas com outros países ou com enfoque em incentivos governamentais, para a produção de energia limpa, podem apresentar novos resultados para a discussão da temática.

REFERÊNCIAS

FRANÇA, V. C. **Inserção da energia fotovoltaica no Brasil: uma avaliação de incentivos.** 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

GALDINO, Marco Antônio; PINHO, João Tavares. **Manual de engenharia para sistemas**

fotovoltaicos. Rio de Janeiro: GTES, 2014.

GOPARITY. **Descarbonizar o Quênia III.** Disponível em: <https://goparity.com/pt-pt/project/descarbonizar-o-qu%C3%A9nia-iii-233>. Acesso em: 10 dez. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Novo sistema facilita consulta sobre potencial de energia solar.** São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5087. Acesso em: 1 ago. 2022.

NASSA, Thiago *et al.* **China intensifica desenvolvimento em projetos de energia solar e eólica.** São Paulo: Portal Solar, 2019. Disponível em: [https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/china-intensifica-desenvolvimento-em-projetos-de-energia-solar-e-eolica.html#:~:text=China%20intensifica%20desenvolvimento%20em%20projetos%20de%20energia%20solar%20e%20e%C3%B3lica,-Novos%20empreendimentos%20somam&text=A%20China%20anunciou%20a%20aprova%C3%A7%C3%A3o,%2C76%20gigawatts%20\(GW\)](https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/china-intensifica-desenvolvimento-em-projetos-de-energia-solar-e-eolica.html#:~:text=China%20intensifica%20desenvolvimento%20em%20projetos%20de%20energia%20solar%20e%20e%C3%B3lica,-Novos%20empreendimentos%20somam&text=A%20China%20anunciou%20a%20aprova%C3%A7%C3%A3o,%2C76%20gigawatts%20(GW)). Acesso em: 14 out. 2022.

PORTAL SOLAR. **Dados do mercado de energia solar no Brasil.** Disponível em: [https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html#:~:text=Somente%20no%20segmento%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o,Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20\(Absolar\)](https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html#:~:text=Somente%20no%20segmento%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o,Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20(Absolar)). Acesso em: 10 set. 2022.

REN21. Renewables Now. **Renewables 2020 global status report.** Paris: REN21, 2020.

REN21. **Who we are.** 2019. Disponível em: <https://www.ren21.net/about-us/who-we-are/>. Acesso em: 15 set. 2022.

ROSA, Antonio Robson Oliveira da; GASPARIN, Fabiano Perin; MOEHLECKE, Adriano. Redução de custos de energia elétrica por meio de um sistema fotovoltaico interligado à rede. *In*: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/48532587-Reducao-de-custos-de-energia-eletrica-por-meio-de-um-sistema-fotovoltaico-interligado-a-rede.html>. Acesso em: 10 set. 2022

VALLÊRA, Antônio M. M. C. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, Lisboa, v. 29, n. 1, p. 10-15, 2006.