



EIXO TEMÁTICO 10 | QUESTÕES AGRÁRIA, URBANA E AMBIENTAL

OS IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM TORNO DA ADEÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA PELOS INSTITUTOS FEDERAIS NO INTERIOR DO PIAUÍ

THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS AROUND THE ADHESION OF PHOTOVOLTAIC ENERGY BY FEDERAL INSTITUTES IN THE COUNTRY SIDE OF PIAUÍ

Carolina Pereira Madureira¹

Lucas Lira de Menezes²

Raimundo Batista dos Santos Junior³

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo geral analisar os impactos positivos advindos da substituição da energia elétrica pela fotovoltaica nos campos do meio ambiente e econômico, no período de 2015 a 2021, adotados pelos campi dos Institutos Federais (IFs) do interior do Piauí: Campo Maior, Paulistana e Floriano. A pesquisa se dividirá em três partes, objetivando: conceituar o termo energia solar, contextualizando-o, desde o seu desenvolvimento, até a sua utilização na atualidade; buscar elucidar sobre a sua importância, no que tange os âmbitos econômicos e ambientais; abordar sobre a decisão dos IFs do Piauí de aderir essa energia, descrevendo sobre os impactos positivos imediatos e a médio prazo. Assim, a hipótese do trabalho é que, apesar de ser um investimento caro, há uma comprovação factual de que, a médio-longo prazo, ocorre uma economia considerável, além da diminuição de toneladas de gás-carbônico lançado na atmosfera, beneficiando, as áreas abordadas.

Palavras-chave: Energia Solar. Institutos Federais. Meio Ambiente.

¹ Mestranda em Ciência Política pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Bacharel em Direito pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e pesquisador bolsista na área de políticas de sustentabilidade pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI). E-mail: madureiracarolina@yahoo.com.br.

² Mestrando em Ciência Política pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bacharel em Relações Internacionais pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e pesquisador bolsista na área de políticas de sustentabilidade pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI). E-mail: lucas_lira_menezes@hotmail.com.

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência Política (UFPI). Doutor em Ciência Política (UNICAMP). Coordenador de Pesquisa em sustentabilidade pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI). E-mail: rjunior@ufpi.edu.br

ABSTRACT

This article has the general objective of analyzing the positive impacts arising from the replacement of electric energy by photovoltaic in the environmental and economic fields, from 2015 to 2021, adopted by the campuses of the Federal Institutes (FIs) in the country side of the state of Piauí: Campo Maior, Paulistana and Floriano. The research will be divided into three parts, aiming to: conceptualize the term solar energy, contextualizing it, since its development, to its use today; seek to elucidate its importance, with regard to the economic and environmental spheres; address the decision of the FIs in Piauí to adopt this energy, describing the immediate and medium-term positive impacts. Thus, the hypothesis of this paper is that, despite being an expensive investment, there is factual evidence that, in the medium-long term, considerable savings occur, in addition to the reduction of tons of carbon dioxide released into the atmosphere, benefiting the areas addressed.

Keywords: Solar Energy. Federal Institutes. Environment.

1 INTRODUÇÃO

Partindo de um pressuposto de que, sem a ciência moderna, o nascimento do ciclo da luz era algo impensável, a pesquisa analisa os impactos positivos da aplicabilidade da energia solar, advinda das evoluções do ciclo citado, como uma alternativa dentro dos aspectos da preservação do meio ambiente, bem como dos fatores econômicos que ela gera, possuindo como objeto de estudo, especificamente, os campi de cidades interioranas do Instituto Federal do Piauí. Desse modo, a pesquisa busca responder a seguinte pergunta-problema: De que maneira a substituição da energia elétrica pela fotovoltaica em Institutos Federais, através de políticas públicas, influencia positivamente, nos âmbitos da economia e do meio ambiente, dentro de um Estado?

Com o intuito de solucionar essa problemática, o artigo analisa como objetivo geral, os impactos positivos advindos da substituição da energia elétrica pela fotovoltaica, nos campi dos Institutos Federais do interior do Piauí: Campo Maior, Paulistana e Floriano, tanto no campo da preservação do meio ambiente, quanto no econômico, como citado anteriormente. Portanto, buscando elucidar sobre o objetivo supracitado, o trabalho se divide em três tópicos específicos. Primeiramente, discorre-se sobre o conceito científico do termo energia solar fotovoltaica, desde o seu desenvolvimento, até a sua utilização nos dias atuais. Com isso, argumenta-se sobre a origem, percepção e evolução do efeito fotovoltaico, desde a sua

primeira observação por Edmond Becquerel em 1839, até os seus desdobramentos e aplicabilidades nos dias atuais.

Após a explicação e contextualização histórica da energia solar, a segunda parte do trabalho irá focar no âmbito da preservação do meio ambiente, se concentrando nos argumentos que fortalecem os impactos positivos da sua aplicabilidade nessa área. Para isso, busca expor que, por ser uma energia considerada limpa e renovável, sua adoção contribui para a diminuição de emissão de gás carbônico (CO₂) na natureza, ajudando no combate ao aquecimento global e favorecendo e fortalecendo as relações do ser humano com o meio ambiente. Já na terceira e última parte do artigo, será explanado sobre o aspecto da economia, abordando sobre a adesão dessa energia, que possui uma inesgotável fonte, nos campi dos Institutos Federais do interior do Piauí e os seus impactos positivos imediatos e a médio-longo prazo.

Portanto, possuindo uma metodologia qualitativa exploratória, fazendo uso de um arcabouço teórico bibliográfico, a atualidade destaca-se no tema proposto, uma vez que a popularidade da aplicabilidade dessa energia fotovoltaica, bem como a sua adesão nos âmbitos governamentais, enquanto políticas públicas, são bastante recentes e análises de impactos se fazem necessárias. No mais, o presente trabalho diferencia-se das outras pesquisas com o mesmo objeto de estudo, visto que este busca investigar essa aplicabilidade em questão dentro de Institutos Federais em cidades interioranas do estado do Piauí, e os seus impactos enquanto políticas públicas visando uma melhora nos campos econômicos e ambientais. Para isso, o artigo vai focar em relatos expostos em notícias dos próprios Institutos, bem como no foco de artigos científicos que expliquem sobre os objetivos específicos supracitados.

2 CONTEXTO HISTÓRICO

A ideia da utilização da luz do sol enquanto produtora de energia só existiu e foi aplicada após os diversos desenvolvimentos científicos que a antecederam, utilizando esse objeto de estudo com outras finalidades. Vallêra e Brito (2006) reiteram que, desde 1839, já existiam relatos que comprovam o interesse de estudiosos e pesquisadores na observação do efeito fotovoltaico. O físico Edmond Becquerel, por exemplo, percebeu esse efeito pela primeira vez ao verificar a produção de um pequeno potencial luminoso em placas de prata, platina ou metal, quando expostas à luz após serem mergulhadas em eletrólitos.

Desde então, várias outras pesquisas, a respeito do efeito fotovoltaico, passaram a ser realizadas. Em 1877, dois pesquisadores estadunidenses, Adams e Day, desenvolveram o primeiro dispositivo físico de produção de eletricidade através da exposição à luz do sol, a base de selênio⁴ e ouro, depositado em substrato de ferro. Após isso, em 1905, Albert Einstein se propôs a explicitar sobre o advento do efeito fotoelétrico, bem como da mecânica quântica, teoria de bandas, métodos de purificação e dopagem interligados ao desenvolvimento do transistor de silício e a física dos semicondutores. A partir disso, cientistas como Pearson, Prince, Chapin e Fuller passaram a ser essenciais nesse desenvolvimento da energia fotovoltaica, desde a criação da primeira célula solar de silício por Pearson, até o seu anúncio em 25 de abril de 1954 pela *National Academy of Sciences*, em Washington, após a aprovação do Pentágono (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Após a sua criação e aprovação, houve a primeira aplicação dessas células, no estado da Georgia. Esse manejo teve como objetivo a alimentação de uma rede elétrica do local, mais especificamente, da cidade Americus, localizada no estado ianque em questão, sendo montado no ano de 1955 e retirado em 1956, durando aproximadamente 5 a 6 meses no local. Apesar de ter possuído resultados alarmantes, no bom sentido, outros fatores, para além do campo da ciência, contribuíram para a sua retirada e atrapalharam os seus resultados. Porém, logo se foi percebido o custo elevado dessas células, direcionando a sua utilização, a aspectos economicamente competitivos, quando se tratasse de contextos muito especiais, como as suas aplicações em satélites para produzir energia no espaço (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Coincidentemente, os anos que seguiram essas aplicações foram marcados pela corrida espacial⁵ da Guerra Fria, que consistiu na produção de vários satélites artificiais, que possuíam suas fontes de energia alimentadas por radioatividade. Assim, os engenheiros passaram a usar as células solares como geradores dessas potências elétricas, para os satélites, surgindo, assim, em 1958, o primeiro corpo espacial a funcionar utilizando célula solar colocado em órbita: o *Vanguard I* (BARUEL, 2015).

⁴ Elemento químico comercializado pelo engenheiro alemão Werner Siemens, no final do século XIX, como fotômetro para máquinas fotográficas (VALLÊRA; BRITO, 2006).

⁵ “A Corrida Espacial foi um período marcado por várias demonstrações de tecnologia, realizadas pelos Estados Unidos e a antiga União Soviética (URSS). Na época, as duas potências tentavam demonstrar a superioridade nos voos espaciais como um desdobramento da Guerra Fria, conflito geopolítico que polarizou o mundo” (CASSITA, 2021).

Dessa forma, contendo características positivas, em comparação com outras formas de potências energéticas para satélites, tais quais, fiabilidade, durabilidade e baixo peso, as células solares passaram a ser fontes primordiais de energia dos satélites estadunidenses, pelos seus programas espaciais. Não demorou muito até que os soviéticos também aderissem essa fonte de energia inesgotável para os seus programas espaciais e, logo mais, todos os veículos espaciais acabaram por acatar essa solução energética, como o *International Space Station*⁶ e o *Mars Rover*⁷ (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Com o passar do tempo, nas décadas de 1980 e 90, houve um maior investimento em programas de demonstração e financiamento na produção e especialização desse tipo de energia, principalmente devido a expansão da consciência coletiva a respeito das ameaças de alterações climáticas, relacionadas às queimas de combustíveis fósseis. Assim, vários Estados passaram a se mobilizar com esse intuito em questão, como os Estados Unidos e a sua instalação da primeira central solar de grande porte na Califórnia e os programas de tetos solares, na Alemanha e no Japão (VALLÊRA; BRITO, 2006).

Isto posto, a adoção dessa forma de energia saiu do campo de satélites e adentrou em vários outros aspectos que buscavam uma nova alternativa de energia, como mostrado anteriormente. Assim, esse fenômeno perdurou até chegar nas casas dos cidadãos de diversos países, como uma forma de investimento, bem como de vários países, por meios de políticas públicas. Por exemplo, segundo os dados apresentados por Gimenes (2020), para a Veja, em 2020 a geração de energia fotovoltaica, no Brasil, cresceu 58%. Já segundo Reuters (2020), para a revista Exame, o crescimento foi de 70%, batendo recordes e expectativas econômicas do país e prevendo uma década ainda mais voltada para esse campo, aproveitando o tropicalismo brasileiro, além de contribuir para a melhoria do meio ambiente, por ser uma energia renovável e inesgotável.

3 MEIO AMBIENTE

Um dos principais argumentos, dentro do viés ambientalista, para justificar e propagandear a substituição da energia elétrica pela energia solar, é o combate ao

⁶ Estação Espacial Internacional. A maior estrutura já montada no espaço pelo homem.

⁷ Programa de exploração de Marte pela NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço).

aquecimento global. Sabe-se que há uma discussão antiga, dentro do meio acadêmico e científico, a respeito desse fenômeno e sobre a sua origem e ciclo: se é uma questão cíclica, que tende a se normalizar com o tempo, ou se é uma catástrofe crescente e irreversível, que pode apenas ser combatida e atrasada, mas não aniquilada. Porém, o trabalho não visa discutir essas duas vertentes, apenas reiterar sobre os ideais que reforçam a utilização da energia fotovoltaica, dentro desses parâmetros ambientais.

Dessa forma, vale salientar que o aquecimento global é uma resposta da Terra, que busca o reestabelecimento do balanço energético próximo ao topo da atmosfera, causado por atividades do ser humano, como queimadas, desmatamentos, bem como pelo consumo de combustíveis fósseis, como carvão mineral, gás natural e petróleo. Assim, ocorre um aumento de concentração de gases na atmosfera, ocasionando o efeito estufa e contribuindo com o aquecimento do globo, que resultam em tragédias “naturais”, como o derretimento de calotas polares, inundações, terremotos, entre outras. Dentre esses gases, pode-se citar o ozônio (O_3), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o que prejudica mais a atmosfera com o seu crescente excesso: o gás carbônico (CO_2). Esses compostos permitem a passagem da luz do sol e acabam retendo calor, por isso são os principais atores do efeito estufa (JURAS, 2008).

Por isso que, em contrapartida, a energia solar surge como uma forte aliada que veio para combater o efeito estufa e o aquecimento global, uma vez que sua utilidade descarta a queima de combustíveis fósseis, pois a sua fonte de energia é puramente natural, advinda dos raios solares, logo, inesgotável. Ainda, a sua instalação não promove nenhum tipo de devastação ou desapropriação de nenhuma espécie da fauna nem da flora brasileira, ultrapassando a questão do ser humano em si e abraçando as causas, qualidades de vida e harmonias entre outras espécies (VIEIRA; SANTOS, 2012).

Assim, sabendo que é uma fonte de energia muito cara para se investir inicialmente, porém, geradora de economia a médio e longo prazo, é sinônimo de lucro para grandes empresas. Portanto, a imersão de mais e mais empresários no ramo da energia solar, é crescente com o passar dos anos. Dessa forma, Vieira e Santos (2012) alertam para a necessidade dos grandes empresários capitalistas, que estão investindo nas questões de energias renováveis, com foco na fotovoltaica, de serem, de fato, ambientalistas, unirem os ideais ambientais com os seus interesses capitalistas e perceberem a importância da qualidade da vida humana em harmonia com a vida das outras espécies da natureza, contribuindo com a

esfera pública na criação de políticas e acordos que possam beneficiar todas as partes envolvidas.

4 INSTITUTOS FEDERAIS DO PIAUÍ E A ECONOMIA

Como já citado anteriormente, por ser uma fonte de energia renovável, inesgotável e que precisa ser extraída da luz do sol para existir, os materiais necessários e a sua quantidade, não são de acesso muito fácil, logo, não são economicamente baratos. Porém, diversos estudos, não apenas teóricos, como práticos, demonstram que, apesar do seu preço ostensivo para a aplicação dessa alternativa, com o passar do tempo, a substituição da energia por queima de gases, vai ser tão mais econômica, que além de suprir o valor da instalação, economias serão geradas.

Pode-se perceber pela análise da aplicabilidade dessa forma de energia, dentro de alguns campi de Institutos Federais do interior do Piauí, como: Floriano, Campo Maior e Paulistana. No campus de Floriano, houve o início das atividades da usina fotovoltaica local, quando, em 2016, o sistema de geração de energia fotovoltaica foi aderido por uma ata de registro de preços, vencida pela empresa Alsol Energias Renováveis (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2019).

“...na contratação de: Projeto, autorização, treinamento, fornecimento e instalação de micro gerador fotovoltaico para demanda de geração de 150 kWp. Foram instaladas 660 placas, que ocupam quase 1200 m² de telhado, e estão distribuídas em cinco arranjos. Um arranjo de 34 módulos, um arranjo de 60 módulos, um arranjo de 110 módulos, e outros dois arranjos de 228 módulos. Após a vistoria da Eletrobrás, em 25 de maio de 2016, a usina entrou em funcionamento no início de junho de 2016” (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2019).

Para que tudo isso pudesse ser realizado, foi necessário um investimento de R\$ 1.150.000,00. Porém, em 2018, essa usina já havia produzido 666.680 quilowatt-hora⁸ (kWh) de energia elétrica a partir da energia solar e levou ao campus uma economia equivalente a mais de 270 mil reais, além da estimativa de que mais de 160 toneladas de gás carbônico deixaram de ser despejadas na atmosfera daquele ano. Vale ressaltar, também, que essa

⁸ Unidade de energia que pode ter a sua potência e energia calculadas através da medição do período de tempo em que um equipamento que utilize energia estiver ligado, realizando a produção de X watts de potência (DUARTE, 2019).

produção de kWh, superou as expectativas naquele ano em 2,4% (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2019).

O sucesso fica ainda maior demonstrado, quando a análise aumenta em mais dois anos, como percebido em 2020. Segundo a direção do campus de Floriano, após 4 anos do seu funcionamento, o sistema já gerou mais de um milhão de kWh, onde desse total, 69% foi consumida pelo próprio campus, e o restante devolvido para a concessionária. Isso quer dizer que, a economia gerada equivale a, aproximadamente, 400 mil reais ao IFPI, além de ter proporcionado uma redução do lançamento de cerca de 450 toneladas de gás carbônico na atmosfera (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020).

Já nos campi de Campo Maior e Paulistana, acompanhando o sucesso da instalação em Floriano, também objetivando aderir essa tecnologia renovável, limpa e que pensa nas pautas ambientais, o IFPI investiu, exatamente R\$ 189.478,20 no campus de Campo Maior e R\$ 157.228,80 em Paulistana. No primeiro, a central responsável por gerar a energia fotovoltaica, será do tipo *on grid*⁹, sendo constituída por 187 placas fotovoltaicas, com potência total de 61,7 quilowatt-pico¹⁰ (kWp) (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020).

Já em Paulistana, o investimento, um pouco menor, será composto por 155 placas fotovoltaicas, com uma potência geradora de um total de 51,15 kWp. A intenção desse investimento exato e dessa instalação dessa energia, é suprir o consumo de até 30% de energia desses dois campi em questão. Ainda, todos esses investimentos estão contribuindo com o estudo e aperfeiçoamento desse tema nas áreas de pesquisa do Instituto em questão (INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020)

5 CONCLUSÃO

Este trabalho alerta para a necessidade de buscar por outras fontes de produção de energia, mais especificamente, a solar fotovoltaica, uma vez que essas são renováveis, inesgotáveis e, portanto, não prejudiciais ao meio ambiente, pois essa não utiliza da queima de combustíveis fósseis. Ainda, ressalta sobre o seu poder econômico, no quesito de gerar

⁹ “No método *on grid*, a energia gerada não consumida passa por um wattímetro bidirecional que lança o excedente nas linhas de transmissão provocando equivalente redução na conta de energia” (BORTOLOTO; SOUZA; GOES; MARTINS; BERGHE; MONTANHA, 2017).

¹⁰ O máximo de energia produzida em condições ideais (DUARTE, 2019).

economia a médio-longo prazo. Para isso, foi explanado sobre um breve contexto histórico do surgimento dessa energia, seus impactos ao meio ambiente, e sua aplicabilidade em prática, em Institutos Federais locais e interioranos do estado do Piauí.

Assim, evidenciando os pontos positivos, no quesito de gerar economia e, principalmente, diminuição da emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente, consequentemente, contribuindo para o combate ao aquecimento global, a pesquisa buscou expor dados relevantes e regionais, para provar a eficácia dessa alternativa energética. Portanto, o trabalho reforça a necessidade da busca e ampliação da utilização dessa energia, por outros âmbitos do governo, desde os federais até os municipais, por meios de promoção de políticas públicas que cuidem dos seus respectivos tópicos ambientais e econômicos.

REFERÊNCIAS

BARUEL, Mario. **Utilização de painéis solares em satélites**. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2015.

BORTOLOTO, Valter A.; SOUZA, André; GOES, Guilherme; MARTINS, Marcio A.; BERGHE, Murilo J.; MONTANHA, Gustavo K. **Geração de energia solar on grid e off grid**. 6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu. Botucatu – São Paulo, Brasil, 2017.

CASSITA, Danielle. **O que foi a Corrida Espacial? Conheça o legado desta época!** Canaltech. Brasil, 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/o-que-foi-a-corrida-espacial-205103/#:~:text=A%20Corrida%20Espacial%20foi%20um,geopol%C3%ADtico%20que%20polarizou%20o%20mundo>. Acesso em: 28 abr. 2022.

DUARTE, Glauco D. **O que significa kwp energia solar**. Glauco Diniz Duarte. Brasil, 2019. Disponível em: <https://glaucodinizduarte.com.br/2019/12/26/glauco-diniz-duarte-o-que-significa-kwp-energia-solar/> Acesso em: 30 abr. 2022.

GIMENES, Diego. **Geração de energia solar cresceu 58% em 2020 e espera casa verde e amarela**. VEJA. Brasil, 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/geracao-de-energia-solar-cresceu-58-em-2020-e-espera-casa-verde-e-amarela/> Acesso em: 28 abr. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2019. **Usina Fotovoltaica do Campus Floriano gera economia de mais de R\$ 200 mil**. Disponível em: <https://www.ifpi.edu.br/floriano/noticias/usina-fotovoltaica-do-campus-floriano-gera-economia-de-mais-de-r-200-mil> Acesso em: 12 out. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020. **Campo Maior implanta sistema de energia solar**. Disponível em: <https://www.ifpi.edu.br/campomaior/noticias/campo-maior-implanta-sistema-de-energia-solar> Acesso em: 12 out. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020. **Floriano apresenta benefícios e resultados positivos do sistema fotovoltaico.** Disponível em: <https://www.ifpi.edu.br/floriano/noticias/floriano-apresenta-beneficios-e-resultados-positivos-do-sistema-fotovoltaico> Acesso em: 12 out. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ, 2020. **Paulistana implanta sistema de energia solar.** Disponível em: <https://www.ifpi.edu.br/paulistana/noticias/paulistana-implanta-sistema-de-energia-solar> Acesso em: 12 out. 2021.

JURAS, Ilidia. **Aquecimento Global e mudanças climáticas:** Uma introdução. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Plenarium, v.5, n.5, p. 34-46, out, 2008.

REUTERS. **Mesmo com pandemia, energia solar cresce 70% no Brasil e atrai grandes empresas.** Revisa Exame, 2020. Disponível em: <https://exame.com/esg/energia-solar-cresce-no-brasil-apesar-da-pandemia/> Acesso em: 28 abr. 2022.

VALLÊRA, Antônio; BRITO, Miguel. **Meio Século de História Fotovoltaica.** Gazeta de Física. Departamento de Física e Centro de Física da Matéria Condensada (CFMC). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2006.