

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

GEOGRAFIA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO NOROESTE PAULISTA

GABRIELLY DIAS FERNANDES¹, ALEXANDRE FORNARO²

¹Graduanda em Bacharelado em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, campus Votuporanga; e-mail: dias.gabrielly@aluno.ifsp.edu.br

²Professor do IFSP, campus Votuporanga; e-mail: alexandre.fornaro@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.06.01.00-3 Geografia Humana

RESUMO: Esta proposta de pesquisa pretende apresentar um estudo sobre a geografia da produção de energia solar fotovoltaica em diferentes escalas, com ênfase para o noroeste paulista. O foco principal está na análise da distribuição espacial regional, considerando cidades como São José do Rio Preto e Votuporanga, e os marcos regulatórios desse setor de geração de energia no Brasil, com o objetivo de reunir dados e informações econômicas e geográficas. Os procedimentos metodológicos consistem na pesquisa bibliográfica, leitura e interpretação de textos científicos, pesquisa de dados setoriais e utilização de um sistema de conceitos, dentre os principais o de região, território e energia fotovoltaica, com enfoque sobre o desenvolvimento e consolidação regional.

PALAVRAS-CHAVE: Região; energia renovável; sociedade; desenvolvimento sustentável.

GEOGRAPHY OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY PRODUCTION IN NORTHWEST OF THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: This research proposal aims to present a study on the geography of photovoltaic solar energy production at different scales, with an emphasis on regional production in northwest São Paulo. The main focus is on analyzing the region's spatial distribution, considering the main cities such as São José do Rio Preto and Votuporanga, and regulatory frameworks of this energy generation sector in Brazil, with the aim of gathering economic and geographical data and information that can be reproduced in tables, graphs and thematic maps. The methodological procedures consist of bibliographical research, reading and interpreting scientific texts, researching sectoral data and using a system of concepts, the main ones being: region, territory and photovoltaic energy, with a focus on regional development and consolidation.

KEYWORDS: Region; renewable energies; society; sustainable development.

INTRODUÇÃO

A pesquisa, de base quantitativa e qualitativa, foi realizada com a perspectiva dialética entre a produção de energia solar fotovoltaica, seus benefícios econômicos para a população e a distribuição espacial, considerando cidades do noroeste paulista. Segundo Demo (1989, p. 101), “uma das marcas mais centrais da dialética é reconhecer a essencialidade da prática histórica, ao lado da teoria, não aceitando a disjunção entre estudar problemas sociais e enfrentar problemas sociais”. Também se destaca como fundamental para a pesquisa científica um conjunto de conceitos, pois “(...) mediante um dispositivo conceitual é que se pode tornar inteligíveis os acontecimentos ou experiências que se dão no mundo real” (Lakatos; Marconi, 2011, p. 114). Formação socioespacial, território, região e energias renováveis configuram o arcabouço teórico-conceitual de referência, arquitetado em função do espaço geográfico.

O noroeste paulista, que pela base do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo é identificado em parte como região administrativa de São José do Rio Preto, constitui o recorte espacial mais específico para a pesquisa. A análise geográfica pode contribuir para compreender as projeções da expansão territorial da energia fotovoltaica, particularmente a voltada para diminuição dos custos para o consumidor final. A hipótese a analisar é que a expansão dessa fonte de energia elétrica ocorreu de forma ampla e rápida na última década, entretanto, comparativamente mais concentrada em determinadas regiões do país, quando comparadas entre diferentes cidades e quadros econômicos e geográficos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esta proposta de trabalho de análise geográfica, o conceito de base à metodologia é o de espaço geográfico, dado que a pesquisa abrange as escalas nacional, estadual e regional. Segundo Milton Santos (2017, p. 63) “o espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas com o quadro único no qual a história se dá”. Ainda segundo o autor (2017, p. 63), por conta da presença de objetos técnicos como “hidroelétricas, fábricas, fazendas modernas, portos, estradas de rodagem, estradas de ferro, cidades, o espaço é marcado por esses acréscimos, que lhe dão um conteúdo extremamente técnico”. O espaço é, portanto, formado por objetos fixos e fluxos, sendo os objetos técnicos os fixos (Contel, 2008). Dentro do conjunto de objetos técnicos que são instalados no território, a geração distribuída, a qual é realizada por geradores independentes de energia fotovoltaica, é a estrutura de referência para a pesquisa, considerada sua expansão territorial regional.

Para estruturação das informações e análises foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema em plataformas especializadas em trabalhos acadêmicos e na biblioteca do campus Votuporanga do IFSP, configurando pesquisa em livros e artigos científicos sobre a expansão de fontes renováveis de energia. Para o levantamento de dados e informações sobre a produção de energia fotovoltaica no Brasil, documentos digitais, como relatórios, textos e artigos constituíram as referências para a composição de um banco de dados e informações sobre o setor. Páginas da *internet* como da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, foram acessadas para obtenção das informações geográficas e de produção de energia, utilizadas para identificação da geração por município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A procura por fontes de energia “limpas” e renováveis tem crescido exponencialmente, fato observado com a expansão do setor fotovoltaico. O Brasil é um país com maior parte do seu território na zona tropical, com fontes de energia distintas em sua matriz elétrica, sendo a principal de geração hidrelétrica. No entanto, o país possui grande potencial de aproveitamento da radiação solar anual para produção de energia.

A grande extensão latitudinal do território brasileiro configura diferentes potenciais de aproveitamento da radiação solar incidente na superfície. As condições climáticas diferenciadas também influenciam nas possibilidades de geração fotovoltaica. Como exemplo, no interior do nordeste brasileiro, em que predomina o clima semiárido, a nebulosidade é baixa durante a maior parte do ano comparada às demais regiões do país (Figura 1). Analisando o estado de São Paulo, com ênfase no

noroeste paulista, segundo Dino (2022), identifica-se que a região norte do estado apresenta elevado potencial para aproveitamento da irradiação solar para geração de energia elétrica, enquanto a região sul do estado possui os menores índices de aptidão. Essa perspectiva é possível de ser observada nos mapas de irradiação global horizontal com as médias mensais apresentados na figura 1, publicados no Atlas Brasileiro de Energia Solar.

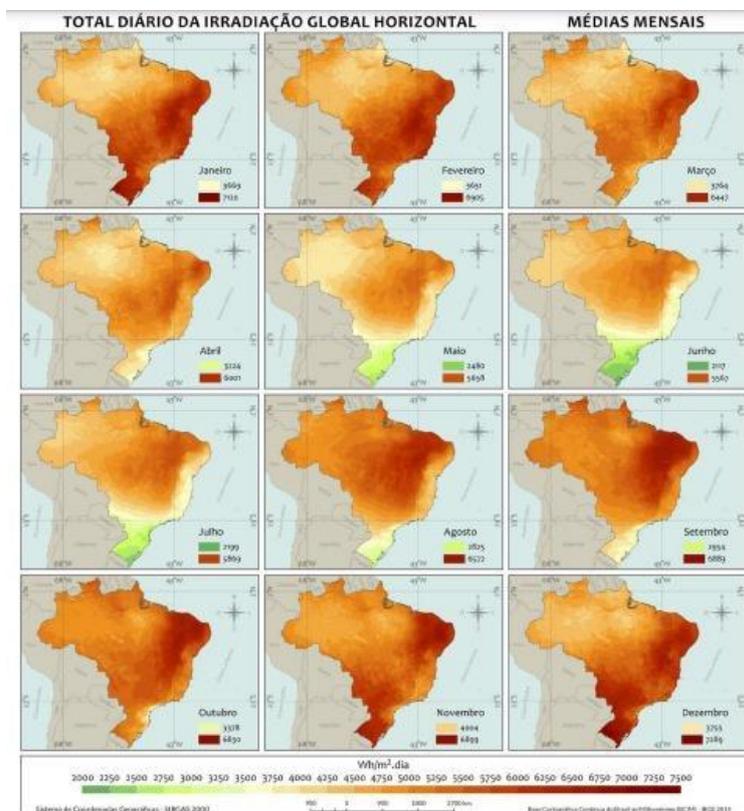


FIGURA 1. Mapas de total diário da irradiação solar global horizontal, médias mensais, no Brasil. Fonte: Pereira et al. (2017, p. 37).

Os dados sobre a expansão da geração de energia fotovoltaica no Brasil são consideráveis. Entre os anos de 2019 e 2023, a potência instalada em kW no Brasil aumentou em 426,35%, com o estado de São Paulo sendo responsável pelo aumento de 66,9%, ou seja, o estado é responsável pelo aumento de um sétimo da potência instalada no país. Considerando parte do noroeste paulista, região com maior irradiação solar anual do estado, os municípios de Catanduva, São José do Rio Preto, Votuporanga, Fernandópolis e Jales, destacados na tabela 1, foram responsáveis pelo aumento de 3,07% da potência instalada no estado.

TABELA 1. Aumento da potência instalada (kW) e unidades de geração de energia solar entre os anos de 2019 e 2023.

Local	Potência instalada		Potência instalada		Variação total	
	2019 (kW)	Unidades	2023 (kW)	Unidades	potência instaladas (%)	Variação total unidades
Votuporanga	1.245,13	164	8.534,22	1.120	585,41	956
São José do Rio Preto	3.611,71	447	29.954,90	3.245	729,38	2.798
Jales	1.621,37	184	5.508,14	634	239,72	450
Catanduva	1.635,89	192	7.464,05	893	356,27	701
Fernandópolis	2.324,62	181	7.675,99	786	230,2	605

São Paulo						
(Estado)	178.175,85	17.919	1.240.690,59	109.951	596,32	92.032
Brasil	1.588.338,26	123.114	8.360.164	686.073	426,35	562.959

Fonte: ANEEL, 2024.

Analisando os dados apresentados na tabela 1, é possível notar que a potência instalada aumentou de forma expressiva, mostrando que a região se destaca como foco de concentração de irradiação solar e como produtor de energia solar, como esperado a partir da análise da figura 1. O município de São José de Rio Preto, por exemplo, teve um aumento de 729,38% de potência instalada. O município de Votuporanga, por sua vez, teve um aumento de 585,41%, Catanduva teve um aumento de 356,27% e Jales e Fernandópolis tiveram um crescimento na mesma faixa, entre 230% e 240%. Dentre eles, o que se destaca é o município de São José do Rio Preto, sendo o mais populoso dentre os municípios destacados..

Como destacado por Bezerra (2018, p. 04), “o Brasil apresenta um elevado potencial de geração solar em função de sua grande extensão e dos elevados índices de irradiação em seu território”. Todavia, outros países que possuem níveis de irradiação solar substancialmente menores em comparação com o Brasil detém uma capacidade instalada maior (Bezerra, 2018).

Apesar do país ter um potencial maior, tem ficado para trás no *ranking* mundial. Isso ocorre devido à falta de incentivo para a adesão da tecnologia e falta de políticas públicas que a torne acessível ao público, pois, embora seja previsto incentivo para a população, ele é restrito e de difícil acesso (Melin, 2019) . Nesse aspecto, o novo marco regulatório aprovado no final do ano de 2022, regulamentou a taxa dos microgeradores pelo uso da rede de distribuição de energia elétrica, que corresponde à cobrança pelo uso da rede de distribuição que recebe a energia excedente. A Lei nº 14.300 de 2022 taxa aqueles que adquirirem o sistema fotovoltaico classificado como *on-grid*, ou seja, a instalação residencial da geração fotovoltaica deverá pagar pelo uso da rede, apesar de diminuírem a sobrecarga produzindo energia para o sistema elétrico, de forma que a taxa chegará a 30% até 2030, tornando, principalmente, o investimento residencial menos atraente para uma parte expressiva da população, por diminuir a amortização dos custos de instalação.

Segundo Filgueira (2021), as principais motivações para adquirir um sistema fotovoltaico são a consciência e a preocupação com o aumento dos preços da eletricidade, ou seja, a população busca baratear seu custo de vida, para melhorar sua qualidade e possuir recursos para outros fins. Logo, com a taxa pelo uso da rede elétrica, parte da população perde o incentivo financeiro diante do montante necessário para investimentos, pois o retorno do investimento será mais lento.

Assim, outros países se destacam mais na adesão e distribuição de fontes de energia como a fotovoltaica por terem políticas públicas, como subsídios, que beneficiem a população e facilitando o acesso à tecnologia. Por exemplo, a China criou a Lei das energias limpas, a qual tem objetivo de promover segurança energética, melhorar a estrutura, promover a adesão e desenvolvimento de energias renováveis, fornecer energia para áreas distantes e, principalmente, tornar o desenvolvimento economicamente e socialmente sustentável (Melin, 2019).

CONCLUSÕES

O noroeste paulista é uma região com destacado potencial para produção de energia solar, contando com média expressiva no índice de irradiação solar no decorrer do ano. Devido ao seu grande potencial, o espaço ocupado pela tecnologia na região vem crescendo significativamente. Todavia, com o novo marco regulatório, pode ocorrer uma lentidão para aumento, já que a nova Lei nº 14.300 de 2022 pode dificultar a acessibilidade a tecnologia, baseando-se que umas das principais motivações da população é a economia financeira.

Portanto, para que esse sistema se torne mais popular e distribuído de forma mais abrangente pelo território brasileiro, há necessidade de viabilizar financeiramente essa fonte de energia da microgeração distribuída, reduzir os custos percebidos da tecnologia, promover a importância da geração de energia solar na sociedade e investir em formação tecnológica. Como observado, os municípios do noroeste

paulista destacados na pesquisa indicaram um expressivo aumento da produção de energia fotovoltaica e do número total de microgeração, como São José do Rio Preto que teve um aumento entre 2019 e 2023 em mais de 700% da potência instalada e um incremento de 2.798 unidades geradoras em quatro anos. Regiões como o noroeste paulista podem receber investimentos direcionados para maior aproveitamento do potencial da fonte fotovoltaica, considerando o aumento da demanda por energia devido ao desenvolvimento econômico esperado para os próximos anos.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram com a produção e revisão do trabalho apresentado para a versão final.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - campus Votuporanga, pela concessão da bolsa de iniciação científica - PIBIFSP 2024 - e apoio ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia solar fotovoltaica. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.57, dez. 2018.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm>. Acesso em: 1 de setembro de 2024.

CONTEL Fábio B. Os sistemas de movimento do território brasileiro. In: SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2008.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1989.

DINO, Bruna Renata de Melo. Priorização de áreas para instalação de usinas solares fotovoltaicas no estado de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/15996/TCC_Bruna_Renata_Melo_Dino_Versao_Publicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 07 maio 2024.

FILGUEIRA, Álvaro José de Araújo. Intenção de adoção de sistemas solares fotovoltaicos. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 15, número 1, p. 137-157, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reaufsm/a/gbswXpXttZZ7t586XMvDy5b/abstract/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 07 maio 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI. **Marina de Andrade. Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MELIN, M.F.M.; CAMIOTO, F.C. A Importância de Incentivos Governamentais para Aumentar o Uso da Energia Solar. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, n. 5, p. 89 - 108, 2019. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/gepros/article/view/2416>>. Acesso em: 07 maio 2024.

PEREIRA, Enio Bueno, et. al. **Atlas brasileiro de energia solar**. --2.ed. -- São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.34024/978851700089>>. Acesso em: 05 abril 2024.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.