

7, 8, 9 E 10 DE NOVEMBRO DE 2023

# X CONEPE

SOCIEDADE TECNOLÓGICA:  
*conexões para além da conectividade*

ISSN 2525-975X

## **Análise preliminar sobre irradiação solar no território do município de São Francisco do Itabapoana/RJ**

L.F.R. Mendes

*Instituto Federal Fluminense campus Campos-Guarus*

*lfmendes@iff.edu.br*

### **Resumo**

O conhecimento da irradiação solar (IS) de um local é primordial na tomada de decisão para implantação de sistemas de energia solar fotovoltaica (ESFV). Então, o objetivo do trabalho é realizar uma análise preliminar da IS no município de São Francisco do Itabapoana (SFI), como também compará-lo com o estado do Rio de Janeiro e Brasil. Para isso, a metodologia se baseou na obtenção de dados de IS no website do Open Energy Info (OpenEI), onde se encontra o Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA) e o Global Solar Atlas. Com isso, constatou-se que o município de SFI tem IS maior que o estado do Rio de Janeiro, porém menor que a média brasileira. Assim, pressupõe-se que, analisando apenas IS, o município tem maior potencial para ESFV maior que o estado do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** Potencial solar, SWERA, São Francisco do Itabapoana.

### **1. Introdução**

A irradiação solar (IS) é a quantificação do fenômeno físico de radiação solar por unidade de área em uma superfície plana horizontal e durante um intervalo de tempo, tendo como unidades o Wh/m<sup>2</sup> ou J/m<sup>2</sup>. Ela pode ser dividida em: direta, difusa, e global (soma da direta e difusa)<sup>[1, 2]</sup>.

A IS varia em relação ao local estudado e fatores climáticos. Evidentemente, a tomada de decisão para implantação e o projeto de qualquer tipo de sistema de geração de energia solar fotovoltaica (ESFV) têm como premissa o conhecimento da incidência de IS local<sup>[1]</sup>.

A estimativa de IS de um local pode ser conseguida a partir de modelos matemáticos, ferramentas computacionais, dados de estações solarimétricas ou bancos de dados de IS<sup>[3]</sup>.

O *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA) é um banco de dados fruto de uma colaboração de diversos parceiros internacionais, inclusive o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Brasil. A missão do SWERA é fornecer informações sobre recursos de energia renovável de países e regiões do mundo. Ele foi desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) do Departamento de Energia Americano. Atualmente, as informações desse banco de dados são coordenadas pelo *Open Energy Info* (OpenEI)<sup>[4]</sup>.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise preliminar da IS no território do município de São Francisco do Itabapoana/RJ, como também compará-lo com o estado do Rio de Janeiro e o Brasil.

### **2. Materiais e Métodos**

#### **2.1. Materiais**

O município de SFI está situado na mesorregião Norte do estado do Rio de Janeiro, onde esse estado tem 92 municípios e a mesorregião tem nove municípios<sup>[5]</sup>.

SFI faz limites ao Norte com os municípios de Presidente Kennedy–ES e Mimoso do Sul–ES, ao sul com São João da Barra–RJ, ao oeste com Campos dos Goytacazes–RJ e ao Leste com o oceano Atlântico, conforme a Figura 1<sup>[5]</sup>.



**Figura 1.** Localização do município de São Francisco de Itabapoana/RJ<sup>[5]</sup>.

O município tem área total de 1.118,037 km<sup>2</sup>, sendo o quinto em área territorial do estado e o segundo na sua mesorregião. Ele tem uma população estimada em 45.059 habitantes, sendo o 39º maior em população do estado e segundo maior em sua mesorregião. Como consequência, ele tem densidade demográfica de 40,30 hab/km<sup>2</sup><sup>[6]</sup>.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima é Aw (tropical, com nível pluviométrico menor no inverno que no verão), com pluviosidade média anual de 1.003 mm e temperatura média anual de 23,1 °C<sup>[7]</sup>.

A escolha por SFI se justifica porque, mesmo com sua área territorial, população e clima, ele detém apenas 4% da potência elétrica instalada de geração distribuída (GD)<sup>1</sup> por ESFV da sua mesorregião. Todavia, há indicativos de que o município tem considerável potencial solar que pode contribuir para expansão da geração por ESFV<sup>[9]</sup>.

## 2.2. Metodologia

O trabalho se caracteriza como uma pesquisa exploratória, de caráter bibliográfico e com uma abordagem quantitativa<sup>[10]</sup>.

A pesquisa foi norteada pelo trabalho de Mendes (2021). Neste trabalho, o autor fez um estudo comparativo de IS entre dois locais específicos, sendo um no município de Campos dos Goytacazes/RJ e o outro em São Francisco do Itabapoana/RJ, por meio do *software* Radiasol versão 2<sup>[11]</sup>. Entretanto, a metodologia utilizada é limitada, uma vez que não fornece uma visão ampla do potencial solar dos municípios.

<sup>1</sup> Segundo à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a GD consiste em: “centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou por meio de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas – ou não – pelo ONS”<sup>[8]</sup>.

O presente trabalho obteve os dados de IS a partir do Global Solar Atlas<sup>[4]</sup>, sendo que a escolha por esse banco de dados se deu por sua confiabilidade, facilidade de acesso, intuitividade e facilidade de obtenção e apresentação dos dados<sup>[3]</sup>. As informações de IS foram levantadas a partir da área do município estudado, do estado do Rio de Janeiro e do Brasil.

### 3. Resultados e Discussão

Com a metodologia proposta, a Tabela 1 sintetiza os dados adquiridos a partir do *Global Solar Atlas* do SWERA.

**Tabela 1.** Parâmetros de área, IS, inclinação ótima, temperatura e saída específica de ESFV<sup>2</sup> dos locais em estudo<sup>[4]</sup>.

Parâmetros	Brasil	Rio de Janeiro	SFI
Área (km <sup>2</sup> )	8.510.417,771	43.750,425	1.118,037
Range de IS horizontal global diária (kWh/m <sup>2</sup> .dia)	4,15 – 6,12	4,04 – 5,14	4,88 – 5,12
IS média horizontal global diária (kWh/m <sup>2</sup> .dia)	5,28	4,71	5,01
Range de inclinação ótima (graus)	2 – 28	21 – 25	21 – 22
Range de IS global média diária no plano inclinado (kWh/m <sup>2</sup> .dia)	4,43 – 6,29	4,24 – 5,46	5,16 – 5,43
IS global média diária no plano inclinado (kWh/m <sup>2</sup> .dia)	5,44	5,00	5,31
Range de Temperatura (°C)	16,5 – 28,7	15,5 – 24,6	23,8 – 24,6
Temperatura média (°C)	25	22,2	24,2
Range de saída específica de ESFV (kWh/kW <sub>p</sub> )	3,59 – 4,89	3,41 – 4,33	4,07 – 4,32
Saída específica média de ESFV (kWh/kW <sub>p</sub> )	4,27	3,99	4,20

Então, na Tabela 1 é possível observar que a IS global horizontal diária mínima do município de SFI é cerca de 17,2% maior que do estado do Rio de Janeiro e o valor máximo é aproximadamente 0,4% menor, fazendo com que o município tenha uma média aproximadamente 6% maior que o estado. Todavia, ao comparar esse parâmetro com a média brasileira, é notado que a média municipal é 5,11% menor.

Ao realizar uma análise sobre a IS global média diária no plano inclinado, é possível verificar que a inclinação do objeto de análise, exemplo um módulo fotovoltaico, para ângulo ótimo, houve um aumento da incidência de IS sobre a superfície<sup>[1]</sup>, refletindo na média. Nesse

<sup>2</sup> É um valor médio que define a razão entre a energia elétrica, em kWh, entregue à rede por fonte solar fotovoltaica e normalizada para 1kW<sub>p</sub> de potência elétrica instalada, sendo um parâmetro para produtividade de eletricidade<sup>[4]</sup>.

parâmetro, a média municipal ficou 5,84% menor que a estadual e apenas aproximadamente 2,39% menor que a média nacional.

É importante também observar a temperatura média, pois ela influencia negativamente na potência elétrica dos módulos fotovoltaicos<sup>[12]</sup>. A temperatura média no município é 8,2% maior que a estadual, porém 3,2% menor que a média nacional. Esse parâmetro é a temperatura, pois ela influencia negativamente na potência elétrica dos módulos fotovoltaicos<sup>[12]</sup>.

Por fim, foi comparada a saída específica média de ESFV, em kWh/kWp. A média municipal foi 5% maior que a média estadual e aproximadamente 1,64% menor que a média nacional.

#### 4. Conclusões

Assim, em uma análise preliminar, os dados indicam o potencial de incidência de IS no município de SFI.

Tal constatação pressupõe que o município de SFI tenha potencial solar maior que o estado do Rio de Janeiro para ESFV, corroborando com o trabalho de SOUZA, MOURA e COSENZA (2021) sobre potencial para implementação de ESFV no município<sup>[9]</sup>. Entretanto, há necessidade de ampliar a análise no município de SFI e entre os demais municípios do estado.

Então, como trabalhos futuros, faz-se necessário a realização de uma análise comparativa entre os municípios do estado do Rio de Janeiro a fim de traçar um mapa de potencial solar.

#### Referências

- [1] KALOGIROU, S. A. **Engenharia de energia solar: processos e sistemas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- [2] MARQUES FILHO, E. P. et al. Global, diffuse and direct solar radiation at the surface in the city of Rio de Janeiro: Observational characterization and empirical modeling. **Renewable Energy**, v. 91, p. 64-74, 2016.
- [3] DE MORAIS, F. H. M. et al. Influência da irradiação solar na análise de viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 4, p. 723-734, 2021.
- [4] OPEN ENERGY INFO (OpenEI). Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA): Global Solar Atlas. Disponível em: <<https://globalsolaratlas.info/map>>. Acesso em 10 ago. 2023.
- [5] SILVA, R. A.; DA HORA, H. R. M.; OLIVEIRA, V. P. S. Georeferenciamento dos índices de qualidade da água subterrânea na foz das bacias do Paraíba do Sul e Itabapoana (Brasil). **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 3, p. 255-271, 2017.
- [6] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e Estados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em 10 ago. 2023.
- [7] CLIMATE DATA. Clima São Francisco do Itabapoana (Brasil). Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/sao-francisco-de-itabapoana-33683/>>. Acesso em 10 ago. 2023.
- [8] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Geração distribuída. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>>. Acesso em 10 ago. 2023.
- [9] SOUZA, M. P. MOURA, L. C. B.; COSENZA, C. A. N. Análise para a localização ótima de uma usina solar fotovoltaica no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Energia**, v. 27, n. 4, p. 8-37, 2021.
- [10] DOS SANTOS, I. E. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica**. 9. ed. Niterói: Impetus, 2012.
- [11] MENDES, L. F. R. Estudo comparativo de irradiação solar média entre localidades na região Norte Fluminense. In: VIII CONEPE 2021 - **Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2021, Campos dos Goytacazes. VIII CONEPE 2021, 2021.
- [12] VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.