



Estudo comparativo de irradiação solar média entre localidades na região Norte Fluminense

L.F.R. Mendes

Instituto Federal Fluminense campus Campos-Guarus

lfmendes@iff.edu.br

Resumo

A incidência de irradiação solar (IS) depende da posição geográfica, inclinação e o período do ano. Na geração fotovoltaica, a IS é um fator preponderante para a produção de eletricidade em um dado módulo fotovoltaico (MFV). Diante disso, o objetivo do trabalho é realizar um estudo comparativo de IS média anual, em kWh/m².dia, entre a área central do município de Campos dos Goytacazes/RJ e na localidade de Guaxindiba no município de São Francisco do Itabapoana/RJ. Na metodologia foi utilizado levantamento de IS média anual e a comparação entre os dois locais citados a partir do *software* Radiasol 2. Com isso, constatou-se que em Guaxindiba a IS média anual no plano inclinado foi de 6,59% maior que a área central de Campos dos Goytacazes. Assim, pressupõe-se que um sistema fotovoltaico (SFV) instalado em Guaxindiba terá maior potencial para produção de eletricidade se comparado com a área central de Campos dos Goytacazes.

Palavras-chave: Energia solar, Região Norte Fluminense, Radiasol.

1. Introdução

A energia solar fotovoltaica (ESFV), em especial por meio da Geração distribuída (GD), está em franco crescimento no país. Tal crescimento é influenciado basicamente pelos seguintes fatores: climáticos (incidência de IS, alteração no ciclo hidrológico e crises hídricas), econômicos (aumento dos custos da energia elétrica e redução de custos dos sistemas de energia solar) e legais (Resoluções Normativas nº 482/2012 e nº687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL)^[1].

A radiação solar (E) é um fenômeno físico de transferência de energia radiante emitida pelo sol, em particular transmitida sob forma de radiação eletromagnética, conforme a Equação 1^[2].

$$E = h \cdot f \quad (1)$$

Sendo h a constante de Planck ($6,636.10^{-34}$ J.s) e f a frequência da onda eletromagnética em Hertz (Hz).

A IS consiste na energia solar por unidade de área de uma superfície plana horizontal durante um determinado intervalo de tempo, medida em Wh/m² ou J/m²^[2, 3]. Ela pode ser dividida em irradiação direta, difusa, e a soma dessas duas nos fornece a global. Outro aspecto importante sobre a incidência de IS é que seu valor depende do local estudado e, no mesmo local, ela varia ao longo dos meses do ano em função das estações^[4].

A geração fotovoltaica tem natureza estocástica e é influenciada por variáveis climáticas^[5]. Além disso, a localização geográfica, o posicionamento e a inclinação de um MFV também influenciam na produção de eletricidade no mesmo^[6].

O Brasil tem um considerável potencial solar em seu território, e a sua distribuição varia de acordo com as cinco regiões. Na Região Nordeste a média anual de IS global no plano horizontal é de 5,29kWh/m².dia. Na região Centro-Oeste esse valor é de 5,07kWh/m².dia. Na



região Sudeste é de 5,06kWh/m².dia. Enquanto que na região Norte é de 4,64kWh/m².dia e na região Sul tem um valor médio diário de 4,53kWh/m².dia^[4].

No estado do Rio de Janeiro percebe-se também uma variação nos valores de IS, dado que, nas regiões Norte e Noroeste os valores médios anual de IS global no plano horizontal variam entre 5 a 5,25kWh/m².dia, Região dos Lagos entre 4,75 a 5kWh/m².dia e as regiões Serrana, Metropolitana e Sul Fluminense entre 4 a 5kWh/m².dia^[7]. Logo, a região Norte e Noroeste têm a maior IS do estado.

Diante disso, o objetivo do trabalho é realizar um estudo comparativo de IS média anual, em kWh/m².dia, tanto global horizontal quanto no plano inclinado entre a área central do município de Campos dos Goytacazes/ RJ e na localidade de Guaxindiba situada no município de São Francisco do Itabapoana/ RJ, com o intuito de verificar, entre os dois, o local com maior incidência de IS no plano inclinado.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

O objeto de estudo é a incidência média anual de IS na região central do município de Campos dos Goytacazes/RJ (coordenadas geográficas: latitude de -21°76' e longitude de 41°32') e na localidade de Guaxindiba (coordenadas geográficas: latitude de -21°76' e longitude de 41°06') situada no município de São Francisco do Itabapoana/ RJ (Figura 1).

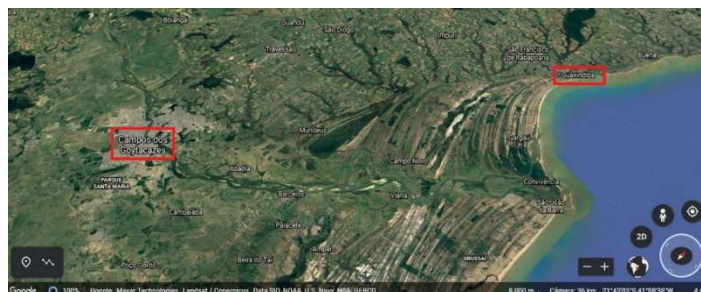


Figura 1. Localização da área central de Campos dos Goytacazes/RJ e na localidade de Guaxindiba no município de São Francisco do Itabapoana/RJ, indicados na figura por retângulos vermelhos^[8].

A escolha dos locais estudados se deu em função da IS incidente na região Norte Fluminense e a característica dicotômica dos locais. Na área central do município de Campos dos Goytacazes, o maior município da Região Norte do estado, observa-se maiores índices de urbanização, demanda por eletricidade, densidade populacional e verticalização das edificações^[9]. Por outro lado, em Guaxindiba se observa uma área litorânea com menores índices de urbanização, demanda de eletricidade, densidade populacional e verticalização das edificações^[10].

2.2. Metodologia

A metodologia consiste no levantamento da IS média anual incidência, em kWh/m².dia, e a comparação da mesma nos dois locais e coordenadas geográficas supracitas.

Para isso, foi utilizado o *software* Radiasol 2, sendo o mesmo um ferramenta computacional gratuita e desenvolvida pelo Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio



Grande do Sul (UFRS) com o objetivo de auxiliar na determinação de potencial solar no território brasileiro^[11].

Nesse estudo, tomou-se como referências o plano horizontal e o plano inclinado. A inclinação proposta foi de 26°, sendo o mesmo o ângulo que maximiza a obtenção de irradiação solar na latitude estuda, e a orientação ficou com desvio azimutal de 0°, pois a mesma faz com que os MFVs recebem a inciência de IS ao longo do dia^[3].

3. Resultados e Discussão

De acordo com a metodologia proposta, a Tabela 1 mostra a IS média mensal nos locais observados.

Tabela 1. IS média mensal nos dois locais estudados.

Mês	Irradiância média mensal (kWh/m ² .dia)			
	Campos dos Goytacazes		Guaxindiba	
	Global Horizontal	Plano Inclinado (26°)	Global Horizontal	Plano Inclinado (26°)
Jan	5,42	5,01	5,90	5,40
Fev	5,4	5,25	5,80	5,58
Mar	4,84	5,15	5,23	5,52
Abr	3,98	4,59	4,21	4,85
Mai	3,42	4,21	3,75	4,63
Jun	3,07	3,94	3,33	4,32
Jul	3,38	4,30	3,73	4,77
Ago	3,98	4,74	4,26	5,07
Set	4,00	4,43	4,23	4,63
Out	4,48	4,55	4,69	4,74
Nov	4,90	4,65	5,21	4,90
Dez	4,99	4,50	5,40	4,81
Média	4,32	4,61	4,65	4,94
Desvio Padrão	0,80	0,39	0,85	0,39

Fonte: *Software Radiasol 2.*

De acordo com a Tabela 1, nota-se que o comportamento da IS tanto da global horizontal quanto da inclinada são similares ao longo do ano, mas em Guaxindiba as duas radiações foram maiores que na área central de Campos dos Goytacazes.

Na média anual, a IS no plano inclinado em Guaxindiba foi de 4,94±0,39kWh/m².dia e na área central de Campos dos Goytacazes foi de 4,61±0,39kWh/m².dia. Então, constata-se que em Guaxindiba a média anual foi 6,59% maior que na área central de Campos dos Goytacazes e aproximadamente 3,85% maior que média anual do estado do Rio de Janeiro que vale 4,75kWh/m².dia^[5].

No plano horizontal foram observadas as maiores incidências no mês de janeiro (Guaxindiba com 5,9kWh/m².dia e Campos dos Goytacazes com 5,42kWh/m².dia). As menores incidências no plano horizontal se deram no mês de junho (Campos dos Goytacazes com 3,07kWh/m².dia e Guaxindiba com 3,33kWh/m².dia).



CONEPE 2021

8.º CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

ENSINO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE: O IMPACTO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

de 22 a 26 de novembro de 2021

ISSN 2525-975X

No plano inclinado (26°) foram constatadas as maiores inciências no mês de fevereiro (Guaxindiba com 5,58kWh/m² e Campos dos Goytacazes com 5,25kWh/m².dia). As menores incidências no plano inclinado foram percebidas também no mês de junho (Campos dos Goytacazes com 3,94kWh/m².dia e Guaxindiba com 4,32kWh/m².dia).

Então, constata-se as maiores incidências de IS estão relacionadas ao período do verão, em contrapartida, as menores incidências de IS são notadas no período do inverno.

Na comparação entre a IS média anual no plano inclinado em relação mesma grandeza no plano horizontal, foi constatado um aumento de 6,25% na área central de Campos dos Goytacazes e 4,36% em Guaxindiba.

4. Conclusões

Assim, com os dados obtidos a partir do *software* Radiasol 2 foi possível comparar a IS média entre a área central de Campos dos Goytacazes e na localidade de Guaxindiba situada no município de São Francisco do Itabapoana/ RJ.

Em uma análise preliminar, a inclinação de 26° contribuiu positivamente para o aumento da IS média anual nas dois locais do estudo. Os resultados do trabalho também indicam que a IS média anual no plano inclinado em Guaxindiba é 6,59% maior que na área central de Campos dos Goytacazes.

Tal constatação pressupõe que, do ponto de vista da incidência de IS, um SFV instalado em Guaxindiba terá um potencial maior para produção de energia que na área central de Campos dos Goytacazes. Isso contribui para auxiliar na tomada de decisão sobre locação de SFVs tendo como alternativas os dois locais estudados para implantação das modalidades inclusas na Resolução Normativa n°687/2015 da ANEEL como autoconsumo remoto e geração compartilhada.

Como trabalhos futuros, faz-se necessário ampliar a análise comparativa entre as duas localidades levando em consideração critérios técnicos para produção de eletricidade por sistemas fotovoltaicos, principalmente conectados à rede elétrica da concessionária local.

Referências

Referências

- [1] MENDES, L. F. R.; STHEL, M. S.; LIMA, M. A. O crescimento da geração distribuída no contexto da crise hidroenergética na região Sudeste do Brasil: aspectos ambientais e socioeconômicos. *Revista Vértices*, v. 22, n. 3, p. 626-647, 25 nov. 2020.
- [2] KALOGIROU, S. A. **Engenharia de energia solar: processos e sistemas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- [3] VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.
- [4] PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017.
- [5] DOMINGOS, S. F.; OLIVEIRA, L. G. M.; BOAVENTURA, W. C. Estado da arte para previsão da radiação solar. In: VIII CBENS – **Congresso Brasileiro de Energia Solar**, 2020, Fortaleza. VIII CBENS, 2016.
- [6] PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. (org.). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL/ CRESESB, 2014.
- [7] INSTITUTO DE ENERGIA-PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (IEPUC). **Atlas Rio Solar**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2016.
- [8] GOOGLE. Google Earth. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em 20 set. 2021.
- [9] PEREIRA PINTO, J. R. **Um pedaço de terra chamado Campos** – sua geografia e seu progresso. 2. ed. Campos dos Goytacazes: Fundação Cultural Jornalista Oswaldo Lima, 2006.
- [10] MENEZES, M. B. São Francisco do Itabapoana. Campos dos Goytacazes: Edição do Autor, 2010.
- [11] LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR (LABSOL). Radiasol 2. Disponível em: <http://www.solar.ufrgs.br/>. Acesso 20 mar. 2021.