

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTVOLTAICA NA COBERTURA DAS EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE

Lucas Carvalho Knop de Almeida<sup>1</sup>

Thiago Silva Lamarca<sup>2</sup>

Aline Sarmento Procópio<sup>3</sup>

### Tecnologia Ambiental

#### Resumo

O Brasil apresenta altos níveis de radiação solar, mas a oferta interna de energia que corresponde à geração de energia fotovoltaica ainda é extremamente baixa. São inúmeras as vantagens do uso dessa fonte de energia, com destaque por ser limpa e renovável. Atualmente, seu pouco uso pode estar diretamente relacionado ao custo de instalação dos painéis, que pode ser recuperado em médio prazo. Para avaliar o potencial de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos nos telhados das edificações, foi calculada a radiação solar no plano horizontal e nos planos inclinados com dados observados de radiação, umidade relativa e temperaturas máximas, mínimas e médias entre os anos de 2010 a 2019, na cidade de Juiz de Fora-MG. Em média, o mês com maior radiação solar foi fevereiro (5,75 kWh/m<sup>2</sup>.dia) e o menor foi junho (3,29 kWh/m<sup>2</sup>.dia). O plano inclinado que apresentou as maiores médias de radiação solar foi o 25° em relação à horizontal. Assim, para as coberturas das edificações da UFJF, calculou-se o potencial de produção de energia elétrica média de 7.858 kWh/dia, variando entre 9.167 kWh/dia e 6.818 kWh/dia entre os meses de maior e menor incidência solar no plano inclinado, respectivamente.

Palavras-chave: energia solar; painéis fotovoltaicos; sustentabilidade.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, lucasknop@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, thiagolamarca91@gmail.com

<sup>3</sup> Profa. Dra., Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, aline.procopio@ufff.edu.br

## INTRODUÇÃO

O crescente consumo de energia é um fator preocupante e discutido amplamente pelos governos, pois o crescimento da população mundial e o grande desenvolvimento tecnológico e industrial continuam a implicar diretamente no aumento da demanda energética. A matriz energética brasileira é majoritariamente renovável com destaque para a fonte hídrica que corresponde a 65,2% da oferta interna (EPE, 2018). Porém, crises hídricas, como a ocorrida no Brasil em 2015, podem demandar um aumento emergencial de outras fontes energéticas, como as termelétricas que apresentam tarifas mais altas e possuem maior potencial poluidor.

O Brasil apresenta elevados níveis de radiação solar, o que nos deixa em uma situação favorável na geração solar fotovoltaica, que é uma forma de conversão direta de energia solar em energia elétrica de maneira não poluente, silenciosa, eficiente e não prejudicial ao meio ambiente (RÜTHER, 2004; FRANCISCO et al., 2019). Apesar disso, essa fonte de energia compreendeu, em 2017, apenas 0,13% da oferta interna de energia elétrica no país (EPE, 2018), sendo o preço dos sistemas fotovoltaicos um dos fatores pela sua baixa utilização (MACHADO e MIRANDA, 2015). Painéis fotovoltaicos podem ser integrados às edificações, se tornando parte da construção, pois podem ser instalados em seus telhados. Estes painéis devem ser direcionados de modo a captar o máximo de radiação solar incidente, transformando-a em energia elétrica. A energia excedente pode ser direcionada para a rede distribuidora, concebendo créditos à conta de energia do local, em um sistema de rede elétrica inteligente denominado *Smart Grid*, adotado em várias partes do mundo (RÜTHER, 2004).

Os objetivos desse trabalho foram determinar as médias mensais de radiação solar incidente em superfície para o município de Juiz de Fora - MG e avaliar o potencial de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos nos telhados das edificações da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

## METODOLOGIA

Dados meteorológicos diários (radiação, umidade relativa e temperaturas máximas, mínimas e médias) entre os anos de 2010 a 2019, foram obtidos pela estação automática localizada na UFJF (INMET, 2020). Os dados de radiação obtidos são

horários e foram integrados em relação ao tempo para obtenção de dados diários de radiação solar incidente. Posteriormente, calculou-se a média mensal de radiação solar incidente para o período da análise climatológica.

A área estimada das coberturas dos prédios da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), *campus* Juiz de Fora, foi calculada com Google Earth Pro (GOOGLE, 2019). Prédios com muitas árvores ao seu redor ou próximos a encostas foram desconsiderados, pois ficariam sombreados por muitas horas do dia, o que diminuiria a eficiência de produção de energia pelos painéis.

A inclinação ideal dos painéis fotovoltaicos foi determinada com o auxílio do software RADIASOL 2 (UFRGS, 2020), que determina os valores de radiação solar incidente em planos inclinados. Considerou-se que os painéis estariam voltados para o Norte geográfico e sem desvio azimutal. Os valores fornecidos pelo RADIASOL 2 foram calibrados com os valores médios mensais de radiação calculados, de umidade relativa, e de temperaturas máximas, mínimas e médias (INMET, 2020).

O cálculo de geração de energia elétrica estimada, para as coberturas consideradas, considerou dados da radiação diária recebida no plano do painel fotovoltaico, a área disponível para instalação, a área das placas, a potência do módulo e o rendimento do sistema (obtidos junto à fabricantes de placas fotovoltaicas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1.a apresenta os valores médios mensais, para o período de 10 anos, da radiação incidente em uma superfície plana ( $0^\circ$  de inclinação) e em superfícies inclinadas em  $21^\circ$  e  $25^\circ$ . Como esperado, em função da climatologia da região, para a superfície plana, dezembro, janeiro e fevereiro são os meses que apresentam uma maior radiação incidente e maio, junho e julho têm as menores médias do ano. As radiações médias inclinadas mostram-se com menores variações ao longo do ano, quando comparadas com a radiação do plano horizontal. Nestas, nos primeiros e últimos meses do ano, há uma pequena diminuição na radiação incidente, quando comparada com a do plano horizontal, porém, nos outros meses do ano há um ganho significativo de radiação, justificando a

inclinação dos painéis.

A inclinação que apresentou a maior média anual de radiação foi a de 25° e, portanto, a estimativa de produção de energia nos 15.548 m<sup>2</sup> de cobertura das edificações da UFJF foi realizada para esse ângulo. Com a área disponível nas coberturas, seria possível instalar cerca de 8.784 painéis com potência média de 311 Wp, totalizando 2.731,82 kWp de potência instalada. Considerando-se uma eficiência teórica de 60% para o sistema, calculou-se a produção de energia mensal para o local (figura 1.b), que apresentou uma produção média diária de 7.858 kWh. Em fevereiro, que é o mês com a maior média de radiação, a produção de energia elétrica chegaria em média a 9.167 kWh/dia. Em maio, mês com a menor média de radiação inclinada, a produção chegaria, em média, a 6.818 kWh/dia.

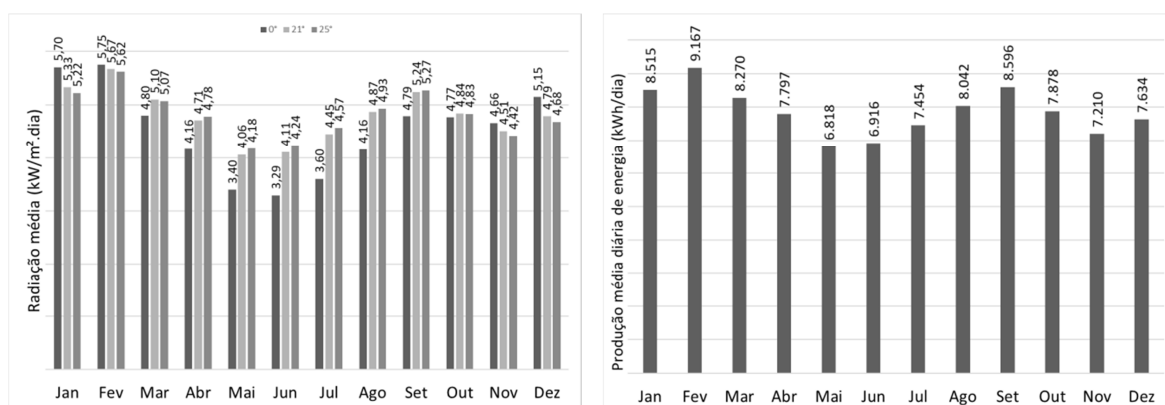


Figura1- (a) Radiação média mensal no plano horizontal e nos planos inclinados. (b) Produção média diária de energia para o plano inclinado de 25°.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radiação solar incidente no município de Juiz de Fora varia, em média, entre 3,29 kWh/m<sup>2</sup>.dia e 5,75 kWh/m<sup>2</sup>.dia. Para melhor aproveitamento energético ao longo de todos os meses, a inclinação de 25° foi a que se manteve mais estável durante todo o ano. A implantação de painéis fotovoltaicos nas coberturas das edificações da Universidade Federal de Juiz de Fora se mostraria vantajosa em função do alto potencial de geração de

energia elétrica na região. Atualmente, a universidade possui uma Usina Solar Fotovoltaica (LABSOLAR, 2019), que ocupa uma área de 1.500 m<sup>2</sup>, sendo uma usina experimental com o objetivo de desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas.

## REFERÊNCIAS

- EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA). **Balanco Energético Nacional: Ano base 2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2018.
- INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). **Dados Históricos Anuais**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- FRANCISCO, A. C. C., VIEIRA, H. E. M., ROMANO, R. R., & ROVEDA, S. R. M. M. Influência de parâmetros meteorológicos na geração de energia em painéis fotovoltaicos: um caso de estudo do smart campus Facens, SP, Brasil. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.
- GOOGLE. **Google Earth Pro**. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/versions/#earth-pro>>. Acesso em: 07 nov. 2019.
- LABSOLAR. **Laboratório Solar Fotovoltaico**. Juiz de Fora. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/labsolar/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**. 2015, 7, 126-143.
- Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública**. Florianópolis: Editora UFSC-LABSOLAR, 2004.
- UFRGS. **Software RADIASOL 2**. Porto Alegre: Laboratório de Energia Solar/Labsol, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#radiasol>>. Acesso em: 10 mar. 2020.