

MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE NO IFSULDEMINAS CAMPUS POÇOS DE CALDAS

Otávio M. PALMA¹; Ezequiel J. de LIMA²

RESUMO

Este artigo visa avaliar o sistema fotovoltaico implementado no IFSULDEMINAS (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais), depois de 18 meses de operação. A usina fotovoltaica foi modelada para comparar respostas físicas e simuladas do sistema através do coeficiente de desempenho e de produtividade. No estudo foram postos em comparação medidas reais coletadas com dados obtidos via software, permitindo desta forma, a avaliação do sistema com sua operação ideal, confirmando as previsões de projeto e boas condições de operacionalidade do sistema.

Palavras-chave: Coeficiente de Desempenho, Energia Solar, Produtividade, Sistemas Fotovoltaicos.

1. INTRODUÇÃO

O Balanço Energético Nacional de 2017, apresenta que a micro e mini geração distribuída atingiu 104,1 GWh com uma potência instalada de 72,4 MW, destacando-se o meio fotovoltaico que apresentou 53,6 GWh de geração e 56,9 MW instalados. (EPE, 2017)

A ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica), informa que sistemas fotovoltaicos ultrapassaram a marca de 1,5 GW de capacidade instalada em 2018 e que, para o fim do ano, prevê-se que o país chegará a 2,4 GW. De 2017 para 2018, houve um crescimento de dez vezes do número de residências abastecidas, cerca de 633 mil, o que consiste em 30 mil sistemas de geração distribuídas conectados à rede. (ABSOLAR, 2018)

Em sintonia com esse avanço, em 2016 o IFSULDEMINAS iniciou o projeto “IFSolar” que implementou micro usinas fotovoltaicas conectadas à rede em cada um dos seus campi, com capacidade total instalada de 560 kWp. No campus de Poços de Caldas, a geração instalada apresenta 70 kWp e teve seus dados analisados ao longo de um ano e meio (desde janeiro de 2017 até junho de 2018).

Com tais informações em mãos, este artigo visa analisar se a geração corresponde ao coeficiente de desempenho e produtividade projetados com o auxílio do software de simulação PVSyst.

¹Bolsista IFSOLAR, IFSULDEMINAS – *Campus* Poços de Caldas. E-mail: otavio.palma@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

²Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Poços de Caldas. E-mail: ezequiel.lima@ifsuldeminas.edu.br.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A. Sistema Fotovoltaico

O Campus Poços de Caldas do IFSULDEMINAS apresenta atualmente uma micro usina fotovoltaica de 70 kWp, sendo 265 módulos fotovoltaicos de silício policristalino divididos entre 5 inversores de 15 kW. Os módulos apresentam uma inclinação de 5 graus e possuem um desvio azimutal de 35 graus.

Ao longo de um ano e meio (período entre janeiro de 2017 e junho de 2018) foram armazenados os dados de geração do sistema, posteriormente, com a ajuda do software PVSyst, foi feita a simulação da micro usina, obtendo os dados de geração que serão comparados com os dados reais.

B. Simulação e dados meteorológicos

Para realizar a simulação do sistema, foi utilizado o software PVSyst, para isto foi necessário se apoderar de dados mensais meteorológicos da cidade de Poços de Caldas, sendo estes, a irradiância global horizontal, a irradiância difusa horizontal, a temperatura média e a velocidade média do vento. Os dois primeiros parâmetros foram obtidos em no Atlas Brasileiro de Energia Solar e os dois últimos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.

O campus possui uma estação solarimétrica equipada com dois piranômetros *first class* (de acordo com a ISO 9060:1990), orientados no plano horizontal, sensores de umidade relativa do ar, temperatura do ar e velocidade do vento. A estação começou sua operação em março de 2018.

Para se apoderar de medidas mais precisas, os dados da estação solarimétrica (desde março de 2018) foram integralizados e armazenados a cada 10 minutos, que posteriormente foram ajustados para se obter a irradiação diária e a temperatura, e em seguida a média mensal.

Tabela I – Diferença Percentual entre a Estação Solarimétrica e outras fontes

Mês	Irradiação [Wh/m ²]			Dif. Percentual [%]	
	<i>Atlas Brasileiro</i>	<i>Radiasol</i>	<i>Estação</i>	<i>Estação / Atlas</i>	<i>Estação / Radiasol</i>
Março	5061	4942	5426,75	6,97%	9,35%
Abril	4788	4574	4735,75	1,10%	3,47%
Maio	4011	3974	4425,23	9,82%	10,74%
Junho	3778	3550	3563,20	5,85%	0,37%

Da Tabela I pode-se ver que os valores encontrados não excedem uma diferença de 11% sobre os dados coletados obtidos na estação solarimétrica. O Atlas Brasileiro apresentou dados mais precisos, como era esperado visto o número de estações que compõem sua base de dados enquanto que o software Radiasol apresentou resultados satisfatórios. Dessa forma, os dados obtidos da estação solarimétrica, em apenas 4 meses, se encontram em conformidade com os fornecidos pelas outras duas fontes (Atlas Brasileiros e Radiasol) durante todo o ano.

Com os dados de Irradiação Global Horizontal calculados foi possível obter o coeficiente de desempenho (Performance Ratio) e a produtividade (Yield) do sistema, esses valores podem ser calculados da seguinte forma:

$$PR_t = (E_t * G) / (P_o * H_t) \quad (1)$$

$$Yield_t = E_t / P_o \quad (2)$$

Onde, PR_t é o coeficiente de desempenho (normalmente multiplicado por 100 e dado em %), E_t é a potência gerada sobre um período t (medida em kWh), G é a irradiância de referência, 1000, (medida em W/m^2), P_o é a potência nominal do sistema (medida em kWp), H_t é a irradiação sobre os módulos fotovoltaicos sobre um período t (medida em Wh/m^2) e $Yield_t$ é a produtividade do sistema sobre um período t (medida em kWh/kWp).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a simulação do software PVSyst, os dados da micro usina e a Estação Solarimétrica foi possível calcular o coeficiente de desempenho e a produtividade mês-a-mês e anual, os resultados obtidos são mostrados na Tabela II e Tabela III.

A grande maioria dos coeficientes de desempenho mensais se encontram abaixo de 70%, já na avaliação anual, o valor encontrado foi de 76%. Quando comparados com a simulação temos quase o mesmo valor, diferença de apenas 4,5%.

Estes resultados mostram uma performance satisfatória do sistema fotovoltaico instalado. Naturalmente, alguns fatores ambientais podem influenciar o coeficiente de desempenho como a temperatura do modulo, irradiação solar e potência dissipada, sombras e resíduos sobre os módulos fotovoltaicos e etc. e precisam ser observados e analisados.

Na Tabela III É possível observar uma diferença quase insignificante na produção anual real para a produção anual simulada, enquanto o valor medido é de 1385,9 kWh/kWp (o que representa uma produção anual de 97,29 MWh), o valor simulado é de 1404 kWh/kWp, uma diferença de apenas 1,3%.

Tabela II – Coeficientes de Desempenho Real e Simulado

Período	Coef. de Desempenho Real	Coef. de Desempenho Simulado	Dif. Percentual [%]
02/17-01/18	0,7600	0,7950	4,50

Tabela III – Produtividade Anual Real e Simulada

Período	Produtividade Real	Produtividade Simulada	Dif. Percentual [%]
02/17-01/18	1385,9	1404	1,30

4. CONCLUSÕES

No presente artigo foram analisados dados de cerca de um ano e meio (de janeiro de 2017 a junho de 2018) da produção fotovoltaica da micro usina de 70 kWp que se encontra no campus Poços de Caldas do IFSULDEMINAS.

Com uma produção anual de aproximadamente 97,3 MWh de energia, o sistema se mostrou muito eficiente, estando apenas 1,33% abaixo do previsto pelo software de simulação e a produção do sistema fotovoltaico instalado deve ocorrer conforme as previsões.

De forma secundária, foi possível também analisar a irradiação global horizontal fornecida por diversas fontes e compará-las com a irradiação obtida da Estação Solarimétrica.

Com o passar do tempo, esses dados podem ser usados para contribuir com a base de dados para a cidade e região de Poços de Caldas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais-IFSULDEMINAS, DME Distribuição S/A e a Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL pela colaboração e financiamento do projeto que permitiu este estudo.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR (São Paulo). Absolar. **Brasil ultrapassa 1,5 gw de energia solar fotovoltaica e abastece mais de 633 mil residências**. 2018. Disponível em: <<http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-ultrapassa-15-gw-de-energia-solar-fotovoltaica-e-abastece-mais-de-633-mil-residencias.html>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

BRASIL. INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Ministério de Minas e Energia (Org.). **Balanço Energético Nacional: ano base 2016**. Rio de Janeiro: 2017. 291 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2018.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed**. São José dos Campos: Inpe, 2017. 88 p. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2018.