

# ANÁLISE COMPUTACIONAL DE MICROSSISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM E SEM RASTREAMENTO SOLAR CONECTADOS À REDE.

**Welberth Henrique A. Marques<sup>1</sup> (EG), Sergio Batista Silva<sup>1</sup>, Olívio C. Souto do Nascimento<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NupSOL - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG/Itumbiara

**Área do Conhecimento: Geração da Energia Elétrica.**

Resumo

*O objetivo deste trabalho foi analisar as melhorias que mecanismos de rastreamento solar oferecem aos sistemas fotovoltaicos de micro geração de energia elétrica. Mensurar os ganhos de geração obtidos a partir dos rastreadores é importante para definir se estes sistemas são viáveis a partir do balanço entre custo e benefício. A plataforma escolhida para realizar as análises foi o System Advisor Model (SAM), software gratuito desenvolvido pela NREL. Na avaliação de sistemas com rastreadores solares verificou-se melhorias de até 30,85% na geração de energia elétrica em relação aos sistemas fotovoltaicos convencionais.*

**Palavras-chave:** Energia renovável; Energia Solar; Microsistema fotovoltaico; Rastreador solar; SAM.

## Introdução

A preocupação mundial com a crescente tendência das demandas de energia elétrica, a redução dramática dos recursos de combustíveis fósseis, bem como o aquecimento global, torna a utilização de fontes alternativas de energia elétrica uma prioridade no contexto atual. Países desenvolvidos e em desenvolvimento tem optado pelas energias renováveis para expandir sua oferta de energia. Portanto, o uso da energia solar no mundo tem crescido consideravelmente em suas principais modalidades de aproveitamento: térmica e fotovoltaica (FV).

Devido às grandes vantagens dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR), isto é, energia limpa, fácil instalação e baixos custos de operação e manutenção (O&M), este sistema alcançou maior popularidade em comparação com outros recursos disponíveis. No Brasil, cerca de 99% dos empreendimentos de geração distribuídos sob a regulamentação da resolução 482 da ANEEL, são de micro e mini geração solar conectados à rede (ANEEL, 2018).

Apesar da constante evolução da tecnologia fotovoltaica ao longo das últimas décadas, o custo de instalação e produção dessa energia continua sendo elevado quando comparado à energia produzida por sistemas convencionais (ORTIZ et al., 2018).

Neste sentido, inúmeras pesquisas têm sido realizadas com vistas a proporcionar o aumento da produção de energia elétrica, como por exemplo, o uso de dispositivos de acompanhamento do movimento do sol, conhecidos como *trackers* (rastreadores). Estes rastreadores têm como objetivo maximizar a incidência de radiação sobre os módulos fotovoltaicos ao longo do dia direcionando-os para a posição em tempo real do sol (NASCIMENTO et al., 2018). Estudos indicam que os ganhos na geração de energia elétrica podem alcançar valores de 20% a 45% (BENTAHER et al., 2014). De certa forma e com as devidas características, faz sentido dizer que um sistema com seguidor solar que aumenta em 30% a produção de energia é semelhante a um sistema fixo 30% maior (que contém mais painéis fotovoltaicos).

Os rastreadores podem ser classificados conforme o número de motores em movimento, método de fornecimento de energia, algoritmo de rastreamento, mecanismo elétrico ou térmico, mecanismo de inclinação ou de elevação de azimute, ângulos de rastreamento, entre outros.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os ganhos obtidos com o uso de rastreadores solares e seus impactos no sistema, como: perdas devido ao motor utilizado para movimentação, erros de posicionamento dos módulos fotovoltaicos, melhorias na produção de energia elétrica, etc. Os estudos foram realizados comparando dois microssistemas fotovoltaicos conectados à rede na cidade de Itumbiara-GO. Trata-se de um sistema fotovoltaico fixo e outro com rastreador solar de um eixo, ou seja, o dispositivo possui apenas uma direção de movimento. Para os estudos, utilizou-se o programa computacional *System Advisor Model (SAM)* desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory (NREL)*, que é um laboratório localizado na cidade de Golden, Colorado, e que pertence ao Departamento de Energia dos Estados Unidos. Ele é o mais importante centro de pesquisa e desenvolvimento de energias renováveis e eficiência energética dos Estados Unidos.

## Material e Métodos

Os dois microssistemas foram simulados no programa SAM, o qual é baseado em um mecanismo de simulação de hora em hora que interage com os modelos de desempenho e finanças para calcular a geração de energia, os custos e os fluxos de investimentos e retorno, resultando em uma saída que representa a produção de eletricidade do sistema ao longo de um único ano, projetando estes dados para posteriores 25 anos considerando as quedas de rendimento dos equipamentos. A escolha do SAM foi em virtude de sua capacidade de permitir diversas análises sobre os sistemas escolhidos, sua facilidade de trabalho e disponibilidade devido ao fato de ser gratuito (JO et al., 2018).

As simulações foram realizadas considerando dados do microssistema FV fixo instalado no campus do IFG em Itumbiara-GO. O sistema é de 5,4 kWp e tem 20 módulos FV do modelo *Canadian Solar CS6P – 270P* direcionados ao norte com um ângulo de 20°. O inversor é único e do modelo SMA America: SB5000US – 12 [240V]. Os dados de capacidade de geração de energia elétrica desses equipamentos, assim como seus rendimentos e os demais dados de placa estão na base de dados do software utilizado para as simulações e análises (SAM).

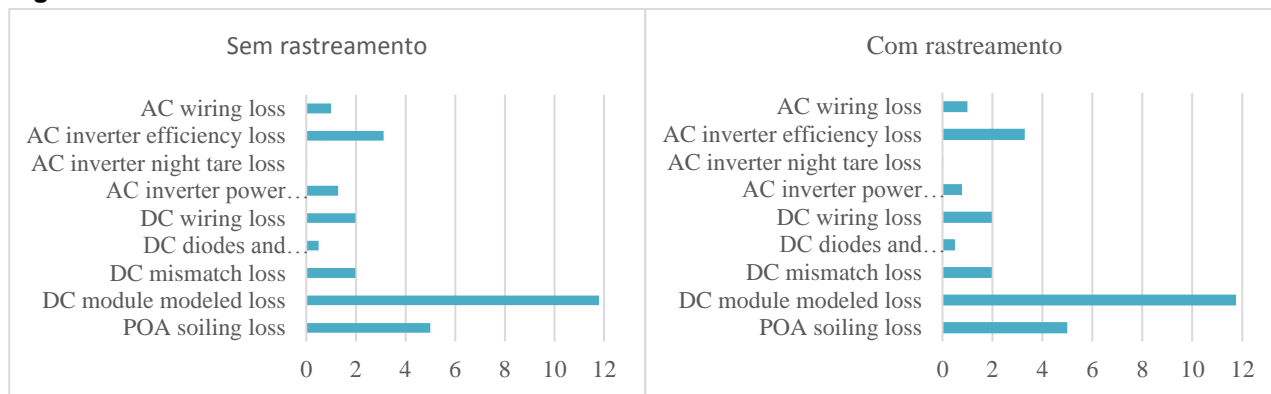
## Resultados e Discussão

O sistema fixo foi simulado com os dados de incidência de radiação solar na cidade de Itumbiara GO também obtidos pela própria base de dados do software utilizado. E para compor a segunda etapa da simulação, foi adicionado ao sistema um rastreador solar de um eixo de mobilidade.

O SAM foi capaz de apresentar resultados de geração de energia para ambos os casos, bem como a queda de rendimento dos módulos fotovoltaicos e as perdas devido à adição do rastreador. As perdas considerando as duas situações operacionais estão representadas em porcentagem da potência de saída do sistema e são calculadas a partir dos dados de entrada na interface do programa e dos dados referentes aos componentes do sistema contidos no banco de dados do SAM, podendo ser vistas na Figura 1.

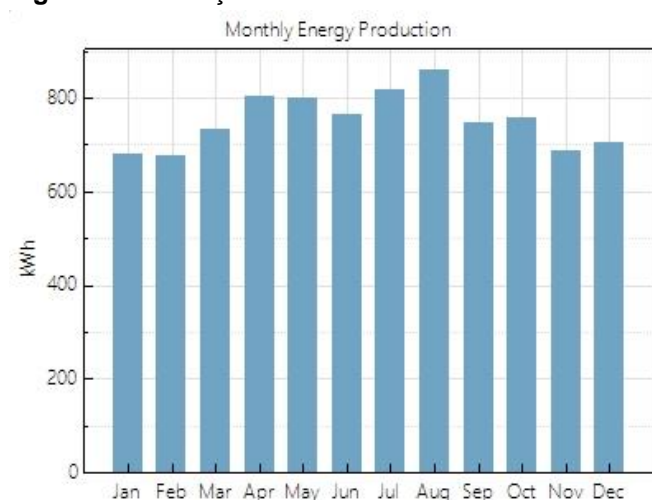
A produção mensal de energia elétrica para o sistema fixo (sem rastreamento solar) durante o primeiro ano é apresentada na Figura 2. Observa-se que o mês de agosto apresenta o maior rendimento do sistema, devido a uma maior incidência solar. E a produção total no primeiro ano é de aproximadamente 9029 kWh, este dado é importante para comparação com o próximo sistema com adição do rastreador.

**Figura 1 – Perdas nos sistemas simulados.**



Fonte: Autoria Própria.

**Figura 2 – Produção mensal do sistema fixo em Itumbiara.**

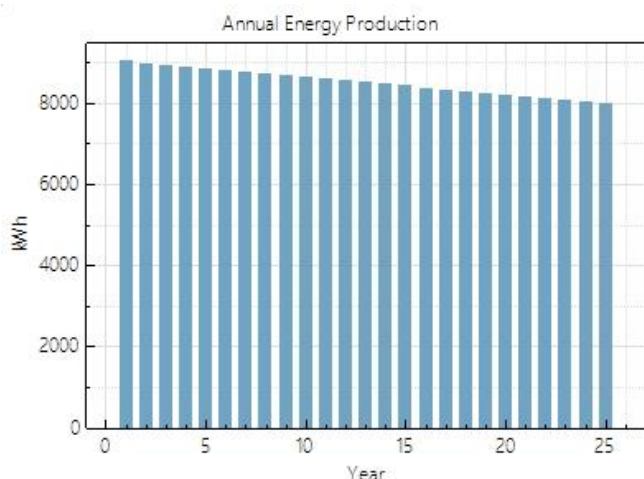


Fonte: Autoria Própria.

A Figura 3 apresenta a produção anual considerando um horizonte de 25 anos. O SAM considera as perdas de degradação dos módulos ao longo da vida útil do projeto. Também se observa uma perda de eficiência ao longo dos anos devido à característica dos módulos fotovoltaicos. Essa queda de eficiência gira em torno de 11,34% ao longo de 25 anos de uso constante.

Para as simulações considerou-se a manutenção no sistema responsável pelo rastreamento como ideal, portanto, evitando qualquer queda de eficiência ou precisão do mesmo ao longo do tempo.

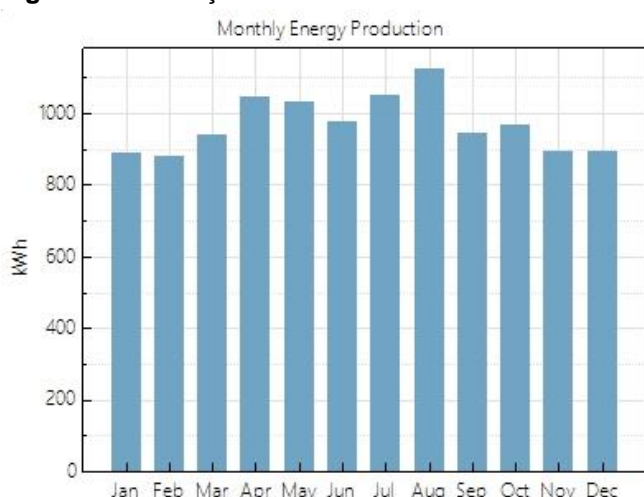
**Figura 3** – Produção anual do sistema fixo em Itumbiara.



Fonte: Autoria Própria.

Estudos com um microsistema real no campus do IFG/Itumbiara estão sendo realizados, de forma a avaliar o consumo de energia e desgaste do sistema de automação do rastreador solar. Estes resultados serão acrescentados em trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

**Figura 4** – Produção mensal do sistema móvel de um eixo em Itumbiara.



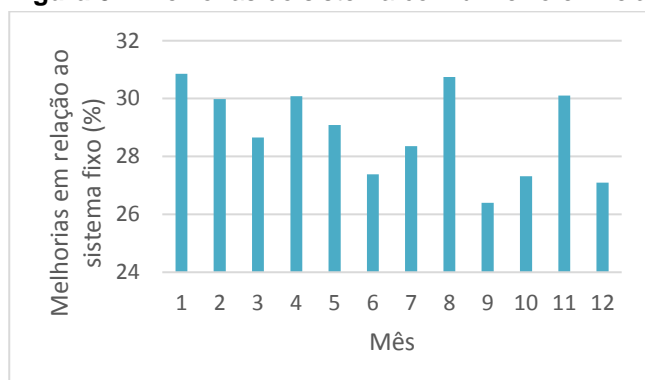
Fonte: Autoria Própria.

Tal como o sistema fixo, o sistema com rastreamento solar, também demonstra pico de geração anual no mês de agosto, porém com uma eficiência superior de 30,75% neste mês em relação ao sistema fixo como pode ser observado na Figura 4.

Após a simulação, a produção total no primeiro ano alcançou aproximadamente 11633 kWh, uma melhoria de 28,84% em relação a produção do primeiro ano no sistema fixo.

A produção anual do sistema com rastreamento apresenta a mesma queda de rendimento ao longo dos mesmos 25 anos de uso constante, comparadas ao sistema fixo. Evidenciando, portanto, que o comportamento natural dos sistemas com módulos fotovoltaicos é perder certa eficiência ao longo dos anos. A partir das simulações e comparações entre os sistemas fixos e sistemas com rastreador solar de um eixo, foram verificadas melhorias entre 26,4 e 30,85% em relação a sistemas fotovoltaicos fixos. Na Figura 5 é possível observar em porcentagem o quanto de energia elétrica o sistema com rastreador solar gerou a mais em relação ao sistema fixo ao longo do período de um ano.

**Figura 5** – Melhorias do sistema com um eixo em relação ao sistema fixo em porcentagem.



Fonte: Autoria Própria.

## Conclusões

Por meio dos dados de geração a partir das simulações no SAM, foi possível observar como um sistema com rastreador solar aproveita melhor a radiação incidente sobre os módulos se comparado com sistemas com painéis fotovoltaicos fixos.

Foi mostrado como um sistema fotovoltaico com rastreador solar é uma alternativa viável e satisfatória para geração de energia elétrica se comparado a um sistema fixo idêntico e de mesmo porte, visto que ocupa a mesma área para instalação e gera mais energia elétrica. Onde, as melhorias na geração de energia elétrica estão em torno de 28%, podendo chegar à 30,8% em períodos de maior irradiação solar.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa. E ao NupSOL pelo espaço e materiais de trabalho.

## Referências Bibliográficas

ANEEL. Geração distribuída. 2018. Acedido em 27 de julho de 2018, em: [http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD\\_Fonte.asp](http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp).

BENTAHER, Hatem. KAICH, H. AYADI, N. HMOUDA, M. Ben. MAALEJ, A. LEMMER, Uli. "A simple tracking system to monitor solar PV panels". Energy Convers. Manag.78 (February 2014) 872 e 875.

JO, Jin Ho. ALDEMAN, Matt. LEE, Han-Seung Lee. AHN, Yong Han. "Parametric analysis for cost-optimal renewable energy integration into residential buildings: Techno-economic model". Renewable Energy, v. 125, p. 907-914, março, 2018.

NASCIMENTO, Lucas Rafael do. VERÍSSIMO, Pedro Henrique. PIRES, Anelise Medeiros. RUTHER, Ricardo. SOBRAL, César. "Geração solar fotovoltaica com sistema de rastreamento de dois eixos no município de Jaguari-RS". VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, abril, 2018.

OLIVEIRA, Carlos Antonio Alves de. "Desenvolvimento de um protótipo de rastreador solar de baixo custo e sem baterias". 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

ORTIZ, Fernando. ALVES, Vinicius. HOLDEFER, Antônio. MEDEIROS, Antônio. "Desenvolvimento de sistema automático de rastreamento solar para painéis fotovoltaicos". VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, abril, 2018.