

## Estudo Comparativo de Módulos Fotovoltaicos Mono e Policristalinos Utilizados na Universidade Federal de Alfenas *campus* Poços de Caldas

Carlos Gabriel Placedino<sup>1</sup>

Izabella Carneiro Bastos<sup>2</sup>  
Daniel Guimarães Oliveira<sup>3</sup>  
Ivan Alan Soares<sup>4</sup>  
Carlos Alberto Massini Tesser<sup>5</sup>

### Energias Renováveis

#### *Resumo*

A geração de energia elétrica a partir da energia solar tem-se tornado uma das matrizes mais promissoras na área de energias renováveis, com isto, o número de instalações de usinas fotovoltaicas de diferentes portes veem aumentando, além disso, estas usinas estão demonstrando diferentes configurações com conjuntos de módulos fotovoltaicos monocristalinos e/ou policristalinos. Neste trabalho busca-se expor as diferenças, tanto construtivas quanto de eficiência entre estes dois tipos de painéis solares instalados na mini-usina de geração de energia da Unifal-MG, *campus* Poços de Caldas. Para isso, utilizou-se do software fornecido pela Fronius Solar Web acessando os dados de dois inversores, o qual o primeiro inversor possui duas strings de 21 painéis monocristalinos de potência de 370W cada, e o segundo possui três strings de 17 painéis policristalinos de 355W de potência cada. Foi observado, durante o período estipulado, a influência da temperatura na redução da eficiência, constatando valores de potência superiores no inversor que utiliza os módulos monocristalinos. Outros fatores também contribuíram haja vista que uma maior incidência de radiação solar, aumentou a eficiência direta do sistema.

Palavras-chave: energia solar; painéis solares; radiação solar.

---

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izabella Carneiro Bastos: Universidade Federal de Alfenas; Laboratório Avançado de Pesquisa e Eficiência Energética (LAPEE); [izabella.carneiro@unifal-mg.com.br](mailto:izabella.carneiro@unifal-mg.com.br).

<sup>1</sup> Carlos Gabriel Placedino aluno do Curso de graduação em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Laboratório Avançado de Pesquisa e Eficiência Energética (LAPEE), [carlosgabrielplacedino@gmail.com](mailto:carlosgabrielplacedino@gmail.com).

<sup>2</sup> Prof. Dr<sup>a</sup>. Izabella Carneiro Bastos –UNIFAL-MG - LAPEE, [izabella.carneiro@unifal-mg.com.br](mailto:izabella.carneiro@unifal-mg.com.br).

<sup>3</sup> Daniel Oliveira Guimarães aluno do Curso de mestrado em Eficiência energética, Universidade Federal de Alfenas, Laboratório Avançado de Pesquisa e Eficiência Energética (LAPEE).

<sup>4</sup> Ivan Alan Soares aluno do Curso de mestrado em Eficiência energética, Universidade Federal de Alfenas, Laboratório Avançado de Pesquisa e Eficiência Energética (LAPEE).

<sup>5</sup> Carlos Alberto Massini Tesser aluno do Curso de graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alfenas, Laboratório Avançado de Pesquisa e Eficiência Energética (LAPEE).

## INTRODUÇÃO

A energia fotovoltaica, se origina da transformação direta da radiação solar em energia elétrica. Para tal, são utilizados materiais semicondutores, em que quando exposta à radiação solar produz uma diferença de potencial, e conseqüentemente, se conectada a um circuito produzirá corrente contínua, a qual posteriormente é transformada em corrente alternada através de um dispositivo chamado inversor solar, e assim, pode ser utilizada normalmente por equipamentos em geral, reduzindo os custos de energia elétrica [1].

Os módulos fotovoltaicos são subdivididos de acordo com composição das células constituintes sendo que os dois tipos mais utilizados comercialmente são os monocristalinos e policristalinos. A principal técnica para a fabricação das células de silício monocristalinas é através do método de Czochralski, em que tende a reduzir em cerca de uma ordem de grandeza todos os elementos de impureza com exceção do boro e do fósforo, tornando o processo mais caro, porém resulta em grandes lingotes cilíndricos de um único cristal de silício (monocristalino) [1-3]. Após cristalização destes lingotes, eles são cortados em bolachas numa serra de fios. Após isto é necessário reduzir a forma cilíndrica a uma pseudoquadrangular como mostrado na Figura 1.

O processo de purificação do silício para a obtenção da estrutura designada pela Indústria como policristalina (p-Si), é feito por via gasosa, através da reação do silício com ácido clorídrico, resultando nos gases da família dos silanos. Os principais gases utilizados são o silano,  $SiH_4$ , e o triclorosilano,  $SiHCl_3$ , que passam por destilações sucessivas até atingirem a pureza máxima [1-2]. Os produtos finais são pequenas esferas de silício policristalino as quais são compactados em células retangulares como mostrada na Figura 2.

Devido a esta diferença de estruturas entre os cristais de silício monocristalinos e os policristalinos, há uma diferença na eficiência destas células sendo que os cristais de tamanho maiores (monocristalinos) são mais eficientes na geração de energia fotovoltaica quando comparado aos de tamanho menores (policristalinos) [4].

Objetiva-se com este trabalho expor diferentes strings de painéis monocristalinos e policristalinos com valores de máxima potência distintos instalados na mini-usina de geração de energia da Unifal-MG, *campus* Poços de Caldas, e assim, comparar os valores de energia gerados por cada inversor.



Figura 1 – Célula de Silício Monocristalino

Fonte: Portal Solar, 2016.

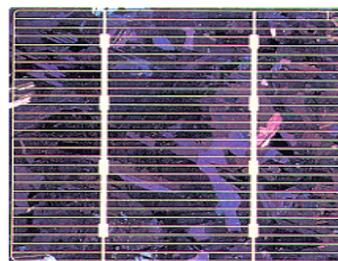


Figura 2 – Célula de Silício Policristalino

Fonte: Portal Solar, 2016.

## METODOLOGIA

Para fins de pesquisa, três strings com diferentes tipos de painéis fotovoltaicos foram instaladas no Prédio F do *campus*, como se pode verificar na figura 3.



Figura 3 – Parte do layout dos painéis fotovoltaicos instalados no prédio F.

Fonte: do autor.

Para objeto deste estudo, dois inversores de  $15\text{kW}_p$  são utilizados e nomeados como inversor 1 e inversor 2. O inversor 1 conecta duas strings de 21 módulos monocristalinos de 370W cada (42 módulos no total) e o inversor 2 conecta três strings de 17 módulos de 355W policristalinos cada (51 módulos no total).

Para análise e verificação dos resultados medidos utiliza-se o software fornecido pela Fronius Solar Web. O software fornece a curva de potência gerada ao longo de um dia selecionado e também o valor total desta potência em kWh.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para discussão dos resultados, foi selecionado o mês de julho que corresponde em maioria com dias seco, ensolarados e baixas temperaturas. A figura 4 e 5 apresentam os registros da energia gerada com os valores do inversor 1 e inversor 2 respectivamente. Considerando estes dados pode-se notar que totalizando as duas strings de 21 módulos monocristalinos cada, o inversor 1 registrou o valor de energia gerada de 1847,73 kWh, ou seja, em média cada módulo entregou cerca de 43,99kWh mensal. Para o inversor 2, três strings de 17 módulos de 355W policristalinos, obteve-se o valor de 2220,62 kWh, consequentemente cada módulo policristalino entregou cerca de 43,54kWh mensal. Com isto, pode-se perceber que para o mês de julho os painéis monocristalinos de 370W de potência apresentaram maior eficiência em relação aos painéis policristalinos justificando sua utilização no campus.

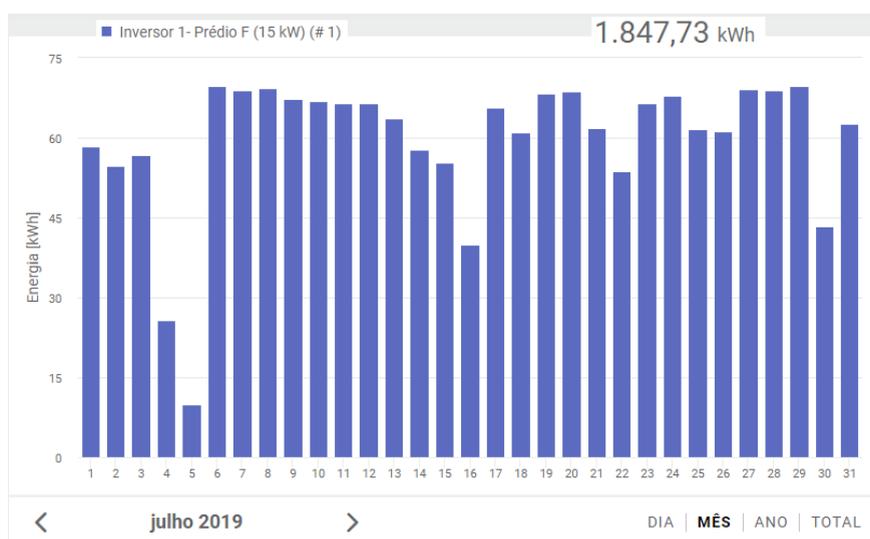


Figura 4 – Registro do inversor 1 - Fonte do autor.

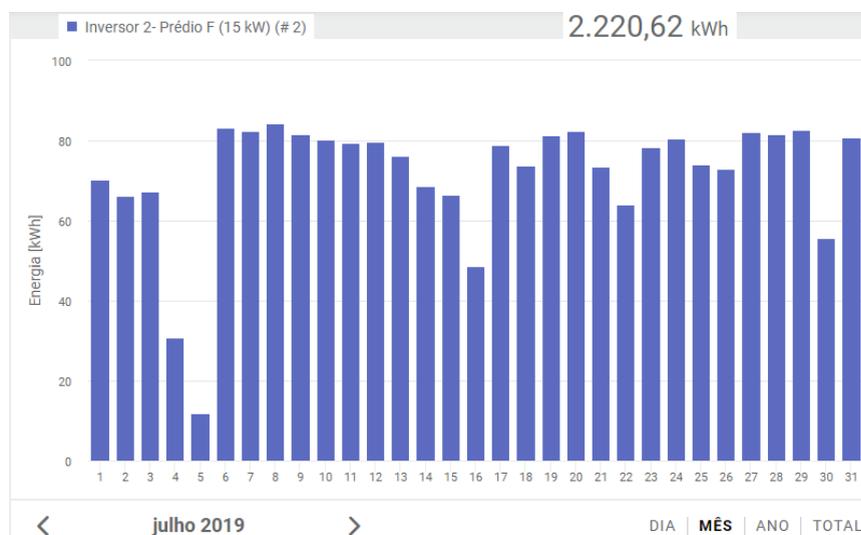


Figura 5 – Registro do inversor 2 - Fonte: do autor.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os painéis monocristalinos são mais eficientes devido à sua estrutura cristalina possuindo vantagem de aplicação em relação aos policristalinos. Observa-se de forma geral a confirmação de sua utilização no campus através da análise dos valores medidos no mês escolhido.

## REFERÊNCIAS

1. CANTOR, G. A. R.: **Influência Dos Fatores Climáticos no Desempenho de Módulos Fotovoltaicos em Regiões de Clima Tropical**. Centro de Energias Alternativas e Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Acesso em: 2019-06-19.
2. CECCAROLI, B.; LOHNE, O.: Solar Grade Silicon Feedstock; **Handbook of photovoltaic Science and Engineering**. J. Wiley (2003).
3. PINTO, C. C. R.: **Estudo de um Processo de Formação de Fitas de Silício Por CVD Para Aplicações Fotovoltaicas**. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008. Acesso em: 2019-07-22.
4. Tipos de painel solar fotovoltaicos. **Portal solar 2016**. Disponível em: Acesso em: 28 mai, 2019.