



# OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA USANDO UM SIMULADOR DE REFRACTOR MÓVEL

JÚLIA TAUBE<sup>1,2\*</sup>, JORGE LUÍS PALACIOS FELIX<sup>2,3</sup>

## 1 Introdução

A energia solar pode ser implantada em pequena escala, sendo caracterizada como a energia que o Sol emite em forma de ondas eletromagnéticas para o espaço. Todos os planetas do Sistema Solar, recebem estas ondas que são fonte para vários processos físicos e químicos que ocorrem em suas superfícies. A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, este fenômeno é conhecido como efeito fotoelétrico. A unidade principal deste processo é a célula fotovoltaica, que é um dispositivo com propriedades semicondutoras (PINHO; GALDINO, 2014).

Visando o aumento da eficiência de geração de energia elétrica no campo de aplicações de concentração de energia solar, as lentes de Fresnel recentemente têm sido uma das melhores opções devido as vantagens como pequeno volume, peso leve, produção em massa com baixo custo, além de aumentar efetivamente a densidade de energia (LEUTZ; SUZUKI, 2001). Com base nisso, este estudo utilizou o mecanismo óptico refrativo, através da utilização da lente de Fresnel para otimizar o sistema de geração de energia.

## 2 Objetivos

Desenvolver e avaliar tecnicamente um protótipo que utiliza o mecanismo da lente de Fresnel juntamente com um painel fotovoltaico (PF), para otimizar a produção de energia de células solares usando o sistema óptico refrativo.

## 3 Metodologia

Foram utilizados PF's que inicialmente foram testados quanto à sua eficiência de geração de energia elétrica, observou-se uma diferença de apenas 1% entre as eficiências dos dois PF's. A Figura 1 representa os protótipos que consistem em sistemas moveis, no presente estudo caracterizou-se o protótipo com a utilização da lente por PCL e o sem a utilização da lente por PSL, este último serviu como parâmetro para mensurar o aumento da geração de energia elétrica fazendo uso da lente

1 Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Bolsista FAPERGS. Contato: julinha.taube@hotmail.com

2 Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas - GPRETEC, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

3 Professor Doutor do programa de pós-graduação em ambiente e tecnologias sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo. Contato: jorge.felix@uffs.edu.br

de Fresnel. Ambos os protótipos permitem o movimento dos PF's sobre seus respectivos eixos de fixação, o PF do PCL possibilitou um giro do conjunto Lente/PF em uma amplitude total de  $140^\circ$ ,  $70^\circ$  para cada lado a partir do eixo perpendicular à base (placa amarela de MDF). O PF do PSL possibilitou giro livre sobre seu eixo de fixação (placa de MDF abaixo do PF) porém, o movimento se limitou aos mesmos  $140^\circ$  do PF do PCL.

**Figura 1.** Protótipos PCL (esquerda) e PSL (direita).



A lente de Fresnel foi posicionada na altura de 0,39 m de forma paralela ao PF, permanecendo de forma contínua durante todo experimento, pois desta maneira a concentração produzida pela lente de Fresnel consegue-se abranger toda a superfície do PF. A lente acompanhava o movimento de giro do PF (mesmo eixo de rotação). Os protótipos necessitam do movimento de giro dos PF's a fim de possibilitar o acompanhamento do Sol durante todo o período do experimento. O acompanhamento do Sol caracteriza o posicionamento dos PF's perpendicularmente aos raios de Sol incidentes, configuração esta que permite o máximo aproveitamento da energia disponível para a geração de energia elétrica em painéis fotovoltaicos.

Com base nisso, os ensaios foram realizados na parte externa do laboratório de Fluidos e Termologia, situado nas dependências da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), teve-se a precaução com os protótipos para que não sofressem influência de nenhuma sombra advinda das construções ou árvores adjacentes. Com os protótipos devidamente instalados e alinhados com o Sol ( $90^\circ$  entre os PF's e os raios solares) iniciou-se as leituras, utilizando um multímetro configurado para a escala de leitura de tensão contínua e outro para leitura da corrente dos circuitos. As leituras foram registradas a cada dez minutos e antes de cada leitura os protótipos eram reposicionados a fim de garantir a perpendicularidade com o Sol. Vale ressaltar, que o céu permaneceu limpo durante todo o dia, descartando a influência de nuvens nos resultados obtidos.

#### 4 Resultados e Discussão

Os resultados experimentais foram realizados no dia 15 de maio de 2020, ocorreram de dez em dez minutos, simultaneamente para ambos os protótipos, num período entre as 8 horas e 35 minutos às 16 horas e 25 minutos, sob condição de céu aberto. Na Figura 2, a curva correspondente ao painel FV com lente de Fresnel apresentou uma potência média de 3,40 W, enquanto a curva do painel FV sem lente apresentou potência média de 2,90 W.

**Figura 2.** Gráfico da potência para o dia 15/05/2020.



Utilizando-se a média dos valores dos dois protótipos calculou-se o rendimento do PCL em relação ao PSL, caracterizando um aumento de 17% com a utilização da lente de Fresnel, ou seja, a utilização do sistema óptico refrativo resultou na otimização da produção de energia fotovoltaica. Vale ressaltar, que o aumento da potência associada ao PCL não é constante, segundo Lorenzini (2012) devido às imperfeições na produção das lentes, às aberrações cromáticas (PIONÓRIO, 2008), como também à influência do espectro solar, de acordo Betts (2004).

#### 5 Conclusão

Com base nos resultados obtidos, percebe-se que o aumento na geração fotovoltaica associado ao uso da lente de Fresnel pode-se considerar um sistema eficiente. Os autores Li David *et all* (2014) conseguiram um aumento máximo de eficiência na ordem de 14,93% usando lentes e painéis fixos, o sistema proposto no presente trabalho conseguiu-se um aumento de 17% através do rastreo manual do Sol. Porém, alguns fatores devem ser levados em consideração, tais como a necessidade de um sistema automatizado de rastreamento solar para a configuração proposta. Como também, a influência do aumento da temperatura na eficiência dos painéis fotovoltaicos, a lente de Fresnel concentra, além da luz, também o calor dos raios solares, porém esta influência não foi estudada neste trabalho. Para otimização de estudos futuros propõe-se a utilização de um banco de resistores



que atue dissipando a potência gerada. Pode-se levar em consideração os valores referentes a temperatura ambiente. A utilização de microcontroladores, como Arduino, pode ser de grande utilidade visto que reduzem erros associados ao manuseio dos equipamentos.

## Referências

BETTS, Thomas R., 2019. **Investigation of Photovoltaic Device Operation Under Varying Spectral Conditions**, p 37-67, 2004. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/2134/7720>>. Acessado em: 10/08/2020.

CANTOR, Guillermo Andres Rodriguez et al. **Influência dos fatores climáticos no desempenho de módulos fotovoltaicos em regiões de clima tropical**. 2017.

DURAND, Patty. **Smart Grid Economic and Environmental Benefits**. 2013

FOUAD, MM; SHIHATA, Lamia A; MORGAN, ElSayed I. **Uma revisão integrada de fatores que influenciam o desempenho de painéis fotovoltaicos. Revisões sobre energia renovável e sustentável**, v. 80, p. 1499-1511, 2017.

LEUTZ, Ralf; SUZUKI, Akio. **Nonimaging Fresnel lenses: design and performance of solar concentrators**. Heidelberg: Springer Verlag, 2001.

LI, David et al. **Impact of the Location of a Solar cell in Relationship to the Focal Length of a Fresnel Lens on Power Production**. Energy and Power, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2014.

LORENZIN, Cristian. **Studio di una lente di Fresnel per applicazioni al fotovoltaico**. 2012.

PIONÓRIO, N.; RODRIGUES JR, J. J.; BERTUOLA, A. C. **Correções da aberração cromática no contexto da óptica geométrica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 3315.1-3315.10, 2008.

MULLER, Márcia; SILVA, Jean Carlos Cardozo da; FABRIS, José Luís. **Um experimento simples usado na produção de placas de zonas de Fresnel**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, p. 603-608, 2005.

PIONÓRIO, N.; RODRIGUES JR, J. J.; BERTUOLA, A. C. **Correções da aberração cromática no contexto da óptica geométrica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 3315.1-3315.10, 2008.

SWART, Jacobus W. **Conceitos Básicos para Semicondutores**. UNICAMP. CAMPINAS, 2011.

**Palavras-chave:** Concentrador solar, lente de Fresnel, refrator óptico.

## Financiamento

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica e de Inovação - PROBITI/FAPERGS.