

## ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NA MEDIÇÃO DE BRILHO SOLAR

Carlos Henrique Gomes dos Santos<sup>1</sup>, Adriano de Souza Marques<sup>2</sup>, Marcos Roberto Ruybal Bica<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia da Computação, IFSP, Campus Birigui, carlos.g@aluno.ifps.edu.br

<sup>2</sup> Prof. Dr. Adriano de Souza Marques, IFSP, Campus Birigui, adriano.marques@ifsp.edu.br.

<sup>3</sup> Prof. Me. Marcos Roberto Ruybal Bica, IFSP, Campus Birigui, mr.bica@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

**RESUMO:** Possuir um histórico de medidas de variáveis da radiação solar para serem utilizadas em estudos e estimativas, depende da disponibilidade de sensores e instrumentos. Porém, essa condição é restrita a poucas instituições e centros de pesquisas, devido ao fato de tais instrumentos serem de alto custo. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo para analisar o comportamento de painéis fotovoltaicos na a medição do brilho solar (insolação), variável importante para o cultivo de culturas e o dimensionamento de sistemas solares de geração de energia. O projeto foi dividido em duas etapas, sendo que a primeira consiste na determinação das condições adequadas para exposição dos painéis realizarem as medidas minimizando os erros e a validação dos dados, de forma a garantir a confiabilidade das medidas obtidas com o instrumento; a segunda etapa do projeto consistirá em fazer a validação e uso das medidas obtidas de insolação como variável para estimativas da radiação solar global usando técnicas de Redes Neurais Artificiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** radiação solar; brilho solar; painéis fotovoltaicos.

### Study of the behavior of photovoltaic plates in the measurement of solar brightness.

**ABSTRACT** Having a history of measurements of solar radiation variables to be used in studies and estimates, depends on the availability of sensors and instruments. However, this condition is restricted to a few institutions and research centers, due to the fact that such instruments are expensive. Therefore, this work aims to carry out a study to analyze the behavior of photovoltaic panels in the measurement of solar brightness (sunlight), an important variable for the cultivation of crops and the dimensioning of solar energy generation systems. The project was divided into two stages, the first of which consists in determining the appropriate conditions for exposing the panels to perform the measurements minimizing errors and data validation, in order to guarantee the reliability of the measurements obtained with the instrument; the second stage of the project will consist of validating and using the measurements obtained from sunlight as a variable for estimating global solar radiation using Artificial Neural Network techniques.

**KEYWORDS:** solar radiation; solar glow; photovoltaic panels.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das variáveis da radiação solar tem alcançado grande importância devido à crescente demanda por soluções de fontes alternativas de geração de energia, além de sua ampla possibilidade de aplicações em diversas áreas da engenharia, arquitetura e agronomia.

A radiação solar incidente sobre uma superfície interfere diretamente em diversos ciclos que influenciam as condições ambientais (Araújo, 2005).

Com um histórico de radiação solar, se torna possível o acompanhamento e estudo da insolação incidente sobre a superfície, possibilitando a análise do potencial de cada região, pois a intensidade da radiação solar nas diversas regiões depende de sua localização geográfica, de condições atmosféricas e das características climáticas.

Para início dos estudos, a obtenção de dados da duração do brilho solar (insolação) possui grande importância, considerando que a partir dessas medidas torna-se possível estimar a radiação solar global incidente na superfície através de modelos matemáticos (Angström, 1924) ou por técnicas de aprendizado de máquina, como Redes Neurais Artificiais.

O brilho solar é tradicionalmente medido por instrumentos como o Heliógrafo ou de formas mais sofisticada de sensores, porém, estes equipamentos possuem preço elevado dificultando estudos e aplicações nesta área. Sendo assim, este projeto tem como proposta utilizar placas fotovoltaicas como forma econômica para medição com qualidade desta variável.

O instrumento realizará medidas na variação de tensão gerada nas placas fotovoltaicas, as quais serão associadas ao comportamento do brilho solar. Essas medidas serão tratadas por métodos numéricos e computacionais com o objetivo de identificar seu nível de precisão, realizando ajustes e correções. Um dos métodos computacionais a ser utilizado são as Redes Neurais Artificiais (RNA).

Uma das propriedades mais importantes de uma RNA (Rede Neural Artificial) é a capacidade de aprender por meio de exemplos e fazer inferências sobre o que aprendeu, processo que potencializa o desempenho de tais sistemas. As RNAs lançam mão de um algoritmo de aprendizagem cuja estratégia é reajustar pesos associados às entradas fornecidas. (BRAGA; et al., 2000).

Com o uso dessas técnicas, espera-se que os resultados obtidos sejam adequados para estudos e estimativas de variáveis como a radiação solar global, tornando o projeto viável para diversas aplicações.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo serão utilizados dois painéis fotovoltaicos com as especificações de 12V x 250mA x 3W, montados em uma estrutura com inclinação articulável e voltado ao norte.

Para melhor entendimento do comportamento dos painéis fotovoltaicos, o experimento foi montado (figura 1): Em um dos painéis foi adicionado um sistema de ventilação forçada (*cooler*) o qual deve manter sua temperatura em aproximadamente 25 °C. Um segundo painel foi adicionado sem o sistema de ventilação, de forma que sua temperatura varie naturalmente.

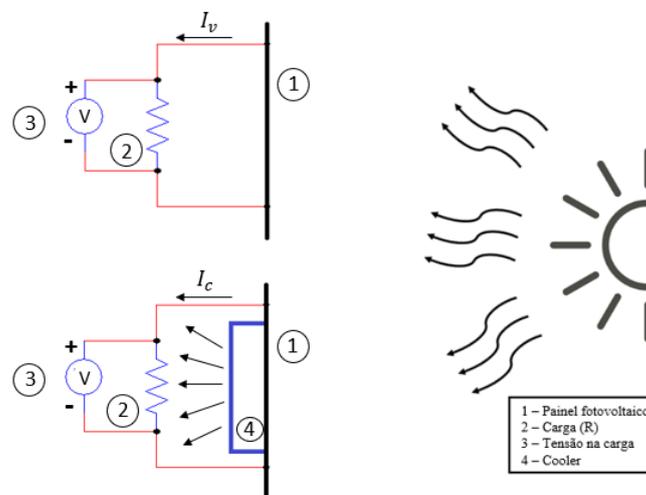


Figura 1. Esquemático do experimento.

Da Figura 1, temos que  $I_c$  é uma corrente constante (pouca variação) devido a ventilação forçada do painel e  $I_v$  uma corrente variável em função da temperatura a qual está submetido o painel. A leitura dos valores de Tensão “V” em ambos os painéis serão coletados por um período em um sistema de aquisição de dados (*datalogger*) e analisados para compreender se o painel com a temperatura constante apresentou melhores resultados (pouca variação) comparados aos obtidos com o painel que não possui o controle de temperatura. Essa informação é determinante para identificar se as temperaturas as quais os painéis serão submetidos terão influência na precisão das medidas, ou seja, determinar se de fato haverá necessidade de manter a temperatura controlada no painel de medida.

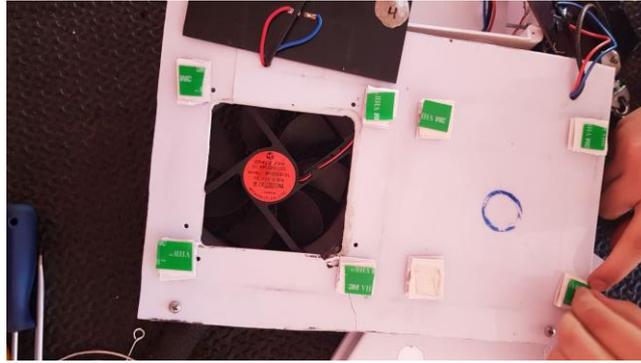


Figura 2. Estrutura de instalação dos painéis

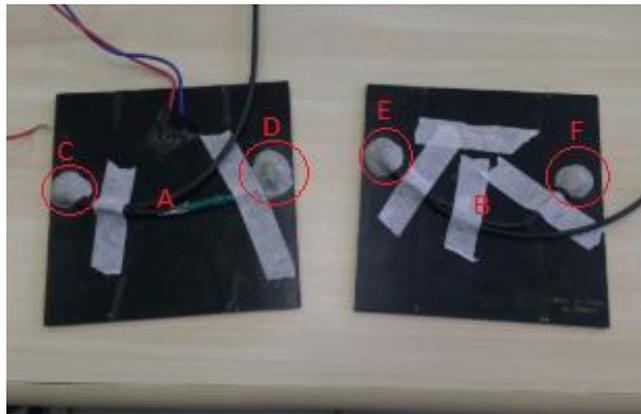


Figura 3. A-B: Painéis fotovoltaicas – C, D, E e F: Sensores de temperatura

Os painéis foram instrumentados com dois sensores de temperatura do tipo Dallas DS18B20, posicionados estrategicamente para obtenção temperatura média (Figura 3).

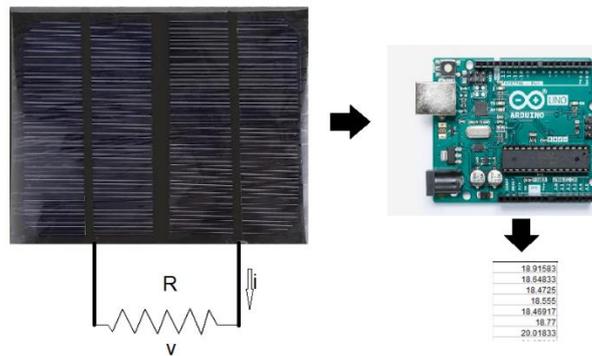


Figura 4: Circuito proposto

Uma carga (R) (Figura 4) de  $11,8\Omega \times 5W$  é ligada em cada painel para gerar a tensão em função da incidência solar nos painéis.

Todas as medidas geradas no instrumento (tensão na carga R e temperaturas médias dos painéis) serão armazenados em um *datalogger* (plataforma Arduino® UNO) desenvolvido para esta função.

A estratégia metodológica será obter as curvas características de comportamento dos painéis fotovoltaicos nas condições de temperatura aos quais ficarão expostos, e posteriormente comparar os dados e assim identificar a influência da variação de temperatura nos painéis com relação às medidas do brilho solar (insolação).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equipamento foi instalado em um lugar aberto, sem circulação de pessoas, onde não possa ocorrer interferência de sombra, evitando assim qualquer variação nas medidas.



Figura 5: Local da instalação do equipamento no Campus IFSP Birigui

A Figura 6 registra a estrutura instalada do instrumento.



Figura 6. Projeto Final

Em um teste funcional preliminar o equipamento realizou medidas por 7 dias, tendo dados registrados de parte desse período apresentados na Tabela 1 e o gráfico de comportamento na Figura 7.

TABELA 1: Dados obtidos ao longo de meia hora

Data	Hora	Painél com ventilação			Painel sem ventilação		
		Temp 1	Temp 2	Tensão 1	Temp 2	Temp 2	Tensão 2
20/08/2019	11:02:42	28.75	29.31	0.27	33.06	34.88	0.36
20/08/2019	11:04:43	29.00	29.25	0.27	32.81	35.69	0.37
20/08/2019	11:06:44	28.75	29.38	0.27	32.94	35.00	0.37
20/08/2019	11:08:44	29.00	29.06	0.27	32.75	35.50	0.37
20/08/2019	11:10:45	29.00	29.56	0.27	33.50	35.44	0.37
20/08/2019	11:12:46	29.00	29.88	0.27	34.38	34.44	0.37
20/08/2019	11:14:47	29.25	29.63	0.28	33.69	35.56	0.38
20/08/2019	11:16:48	29.50	29.88	0.29	33.63	36.88	0.39
20/08/2019	11:18:49	30.25	29.94	0.31	33.75	37.56	0.42
20/08/2019	11:20:49	30.50	31.06	0.28	35.44	37.81	0.38
20/08/2019	11:22:50	28.75	29.44	0.15	34.44	34.44	0.20
20/08/2019	11:24:51	27.25	27.63	0.14	31.50	32.75	0.18
20/08/2019	11:26:52	26.75	27.00	0.13	30.19	31.69	0.18
20/08/2019	11:28:53	28.00	28.13	0.27	31.19	32.50	0.36
20/08/2019	11:30:54	28.50	28.63	0.30	31.81	33.69	0.40

\*\*: (Temp) Temperatura

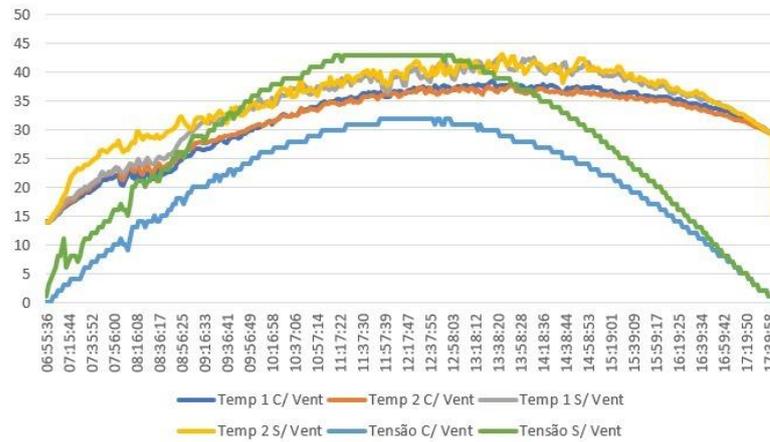


Figura 7: Plotagem de medidas no decorrer de um período.

## CONCLUSÕES

O estudo (que está em andamento) tem apresentado nos resultados preliminares informações que indicam variações no comportamento do painel sem ventilação e com ventilação, porém essas variações não podem ser consideradas expressivas a ponto de justificar o uso da ventilação forçada. Até o momento o estudo não possui dados suficientes para fazer essa afirmação, o que irá definir a configuração final do instrumento.

Pode-se concluir com as etapas concluídas que este estudo apresenta um potencial de se obter o instrumento com bons resultados nas medidas do Brilho Solar, medidas através das quais será possível ampliar uma rede de medidas de variáveis climatológicas com baixo custo e eficiência.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, também a todo o campus Birigui pela estrutura e equipamentos fornecidos e especialmente ao Prof. Me. Marcos Roberto Ruybal Bica e ao Prof. Dr. Adriano de Souza Marques.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, K. D. Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO<sub>2</sub> na encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

ANGSTRÖN, A. Solar and terrestrial radiation. Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society v. 50, p. 121-126, 1924.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. Redes neurais artificiais: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2000.