

## 1. INTRODUÇÃO

Todo projeto para bom aproveitamento da energia solar requer o conhecimento do regime da radiação global na área de interesse. Como resultado desta necessidade, a busca por medidas da radiação solar tem crescido nos últimos anos.

A medida da radiação solar global tem sido dificultada pelo custo dos instrumentos de medida e da sua manutenção, porém o uso de células de silício soluciona aqueles problemas. Como vantagens do seu uso cita-se: baixo custo, robustez, estabilidade e tempo de resposta. O solarímetro com célula de silício foi montado em um tubo de material plástico para difusão da radiação.

Pesquisadores brasileiros têm desenvolvido radiômetros com alto grau de precisão (Escobedo, 1988).

Seja qual for a tecnologia de aproveitamento da energia solar, é indiscutível a importância do conhecimento de sua disponibilidade ao longo do ano em uma região.

A radiação solar varia em um determinado local, com a mudança das condições atmosféricas, hora do dia, estação do ano e o cenário local, mas permanece independente de outras características da superfície. É importante conhecer o fluxo de radiação solar global, que atinge a unidade de área de um plano horizontal e integrado em períodos horários.

O uso de células de silício para a medida da radiação solar foi primeiramente discutido por MacDonald em 1960. Schoffer et al (1961), conseguiram uma comparação satisfatória entre a célula de silício e um piranômetro Eppley. Yellott et al (1961), produziram comercialmente um piranômetro de célula de silício com compensação de temperatura.

Segundo Tanner (1963), as células solares de silício são sistemas de estado sólido muito convenientes para medidas em agrometeorologia.

O coeficiente de temperatura das células de silício é maior na variação espectral entre 0,8 à 0,9  $\mu\text{m}$  (microns), do que, em comprimentos de ondas menores. Por exemplo, o coeficiente de temperatura de uma célula de silício padrão para comprimentos de ondas maiores que 0,7  $\mu\text{m}$  está entre 0,05 à 0,10% por  $^{\circ}\text{C}$ . a radiação solar que atinge a superfície da terra tem comprimento de  $\lambda_{\text{máx}}$  próxima de 0,5  $\mu\text{m}$  e o coeficiente de temperatura raramente irá exceder 0,09% por  $^{\circ}\text{C}$  a pleno sol.

## 2. MATERIAL E METODOS

Os instrumentos de medida de radiação solar podem ser classificados como sensores térmicos e fotovoltaicos (PV). Os sensores fotovoltaicos permitem a alternativa mais simples e barata. Estes detectores apresentam um tempo de resposta de 10 ms. esta característica indica que estes sensores são os mais apropriados para medir rápidas mudanças no fluxo de radiação quando o céu apresenta nebulosidade variável. Entre outras características interessantes pode-se citar a sua estabilidade e robustez. Estas características combinadas permitem que estes piranômetros sejam usados em ambiente hostil.

Foram utilizados dois tipos de células com dimensões 2x5 cm, adquiridas comercialmente e sem o conhecimento de suas características de resposta. Após a verificação de que estas células apresentavam um comportamento anômalo quando o fluxo de radiação ultrapassava o valor

de 0,45  $\text{ly min}^{-1}$ , fez-se a sua substituição por outras de 1  $\text{cm}^2$  de área e fabricadas pela Hoffman Electronics Corp. - Semi-Conductor Division - Modelo SI - 110 C.

Foram construídos três tubos solarímetros sendo um deles com filtro Kodak Wratten - 8-48 (infra-vermelho) e dois sem filtro.

As medidas foram realizadas nos dias 178 a 181 para o primeiro ensaio e no dia 189 para o segundo teste, no ano 2000.

A aquisição dos dados foi feita a cada 5 minutos, na primeira fase e a cada um minuto na segunda etapa do experimento.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma análise dos dados leva à conclusão que as células comerciais apresentaram resultados anômalos quando os valores dos fluxos de radiação eram superiores a 0,4  $\text{ly min}^{-1}$ . Os coeficientes de determinação  $R^2$  apresentaram valores muito baixos. Quando foram eliminados os valores acima de 0,4  $\text{ly min}^{-1}$  o valor de  $R^2$  passou a ser 0,862 (radiômetro 1) e o 0,9237 (radiômetro3). Este fato leva à conclusão que os radiômetros 1 e 3, com células comerciais, podem ser usadas para medida de radiação refletida.

Constatou-se que a célula de silício de  $1\text{cm}^2$  - Si 110C apresentou um comportamento superior às células comerciais tanto considerando a equação da reta como aquela da equação do 2<sup>o</sup> grau.

Os solarímetros construídos com as células de silício de  $1\text{cm}^2$  - Si 110C devem ser usados para medida da radiação solar global  $K_{\text{r}}$ , que chega à superfície do solo.

Nestas comparações verificou-se que a presença do filtro Kodak permitiu a utilização dos dois tipos de célula, tanto a comercial quanto a de  $1\text{cm}^2$  - Si 110C da Hoffman Electronics Corp.

Os coeficientes de determinação em todas as comparações realizadas apresentam valores acima de 0,9475.

Conclui-se desta última série de comparações que o uso do filtro permite até a utilização das células comerciais para qualquer situação do experimento, quer no período dos dias 178 a 181 como durante o dia 189.

## 4. CONCLUSÕES

1) O uso das células de silício para a medida da radiação solar pode e deve ser incrementado para o estabelecimento de redes de observações de superfície, desde que as curvas de calibrações sejam fornecidas com cada sensor;

2) As células de silício Si 110C da Hoffman Electronics Corp. apresentaram o melhor desempenho;

3) As células comerciais mostraram um comportamento anômalo quando o fluxo de radiação era maior que 0,4  $\text{ly min}^{-1}$ .

4) a radiação fotossinteticamente ativa é passível de ser medida utilizando filtro RG-8 (infravermelho).

## 5. REFERÊNCIAS

- ESCOBEDO, J.F.; PASSOS, E.F.; SOUZA, M.F. Construção e calibração de radiômetros solares: piranômetro e pireliômetro. Revista de física Aplicada e Instrumentação, vol.3, n.2, p.118-133, 1988.
- MACDONALD, T.H. The solar cell as a pyranometer receiver. Instruments Automation conference, n.12, 1960.
- SCHOFFER, P.; KUHN, P.; SAPSFORD, C.M. Thin film photovoltaic devices for solar energy conversion. U.N. confer. On New Sources of Energy, paper S92, 1961.
- YELLOT, J.I.; KOKOROPOULOS, P.; FAGLE, T. Use of silicon cells as pyreliometers. Sounion Conference (1961).

<sup>1</sup> Coordenação de Ensino Doc. e Prog. Especiais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Av. dos Astronautas, 1758 - 12227-010 - São José dos Campos - SP