

ESTIMATIVAS DE IRRADIÂNCIA SOLAR DIRETA PARA SOROCABA E ADJACÊNCIAS

Glauco Roberto Cunha¹, Talita Rosa Goes², José Carlos Ferreira³

^{1,2,3} Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

glauquinho_@hotmail.com, ferraro-1@hotmail.com

1. Introdução

Estudos mostram que o Brasil tem bom potencial no aproveitamento da energia solar com aplicações tecnológicas de uso industrial, rural e urbano, pelo uso de coletores concentradores e células fotovoltaicas para a geração de energia elétrica. No Brasil, poucos locais dispõem de medidas de irradiação solar direta, sendo que no estado de São Paulo, alguns centros de pesquisas (USP, UNICAMP, IAC-Campinas, UNESP) possuem aparelhos para medir a irradiação. Na literatura, vários modelos empíricos permitem fazer estimativas, usando parâmetros meteorológicos, especialmente horas de insolação e irradiação solar global. Os modelos empíricos conhecidos são encontrados em [1], [2], [3], [4] e [5]. O objetivo deste estudo foi estimar a irradiação solar para Sorocaba, com base em dados de um heliógrafo.

2. Material e Métodos

Usou-se dados horários de insolação de 2003 a 2007 obtidos com um heliógrafo tipo Campbell-Stokes, instalado na Estação Climatológica Principal nº 83851 do INMet, instalada no Campus da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, com altitude média de 550 metros, latitude 23°, 50'S e longitude 47°, 45'W. Foram calculadas a irradiação solar diária no topo da atmosfera sobre uma superfície horizontal (R_o) em $MJm^{-2}.h^{-1}$ pela equação proposta em [1], dada por:

$$R_o = (0,0864/n) \cdot S \cdot (D'/D)^2 \cdot (H \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin H)$$

onde: ϕ = latitude em radianos; δ = declinação horária do sol em radianos, H = ângulo horário em radianos; $S = 1367 \text{ w/m}^2$ (constante solar) e "n" a posição ordinal do dia. A declinação do Sol foi calculada pela equação sugerida em [5] dada por:

$$\delta = 0,006918 - 0,399912 \cos X + 0,070257 \sin X - 0,006758 \cos 2X + 0,000907 \sin 2X - 0,002697 \cos 3X + 0,001480 \sin 3X$$

com, $X = \text{o ângulo solar em radianos obtido por: } X = 2\pi(n-1)/365$

Os valores de H e a duração astronômica do dia (N) foram calculados respectivamente por:

$$\cos H = -\tan \phi \cdot \tan \delta \quad (3) \quad \text{e} \quad N = 2H/15$$

As estimativas da irradiação solar direta que atinge a superfície do solo para Sorocaba foram calculadas pela equação proposta por Angstrom [1], modificada por Prèscott, dada por: $R_g = R_o(a + b \cdot n/N)$, onde "a" e "b" são coeficientes estimados por Glover e McCulloch [1], sendo $a = 0,29 \cos \phi$ e $b = 0,52$, com ϕ entre 0° e 60°.

3. Análise dos Resultados

A figura 1 mostra o comportamento dos valores médios da irradiação solar na superfície do solo, estimada para o período estudado.

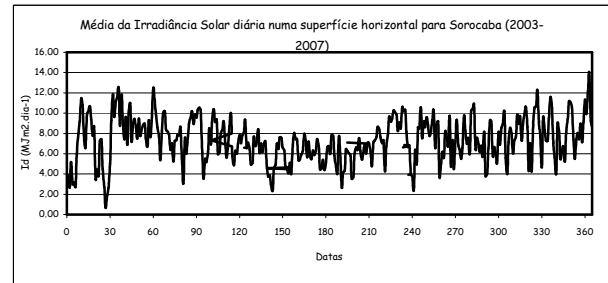


Figura 1. Distribuição anual da média da irradiação solar numa superfície horizontal para Sorocaba no período de 2003 a 2007.

Da análise do gráfico, vê-se que os meses de maio, junho e julho, apresentam menor variabilidade enquanto janeiro, apresenta-se com grande variabilidade. Os resultados de R_g mostraram que os menores valores ocorrem em maio. Em dezembro há um leve crescimento.

4. Conclusões

Os resultados mostraram que a região de Sorocaba possui bom potencial energético com relação ao aproveitamento da energia solar direta, com média anual de $7,4 \text{ MJm}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$, decrescendo inversamente à latitude.

5. Referências

- [1] ALVES, A.R. ; VIANELLO, R.L. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: UFV, 1991, 449p.
- [2] GOMES, N.E.; ESCOBEDO, J.F.; OLIVEIRA, A.P.; SOARES, J., Estimativas da Radiação na Incidência Horária Diária e Mensal em função do Índice de Claridade (KT). In: I Congresso Brasileiro de Energia Solar, de 8 a 11 de abril de 2007, Fortaleza/CE.
- [3] RONALDO, A. S.; FERNANDO B. T.H.; CELSO D. F.; RONALDO C. L. WALTER V. V. F. Estimativa da radiação solar global diária em Ilha Solteira/SP, In: XXXII – CONBEA-2003, Goiânia-GO.
- [4] SOUZA, M.J.H., ALVES . R. A. Distribuição espacial e temporal da irradiação solar direta diária, média de uma superfície horizontal para MG. Eng. Agric. Jaboticabal, v.17, n1, p.20-31, 1997.
- [5] SPENCER, J. W. A comparison of methods for estimating hourly solar radiation from global solar radiation. *Solar Energy*, Kidlington, v.29,p.19-32, 1982.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais e ao INMet pelos dados fornecidos.