

ESTIMATIVA DA IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL E RAZÃO DE CLARIDADE PARA MANDACARU-BA E BEBEDOURO-PE

Ana P. M. F. TOMA¹, Vanessa S. Miranda¹, Marcelo C. Amorim², Givanildo Gois², José L. C. Silva Júnior²

ABSTRACT - The objective of this work was to determine the coefficients "a" and "b" of the model Ångstrom-Prèscott; using registrations of actinograph of Bebedouro and Mandacaru, in the semi-arid of the Brazilian Northeast (NEB). The high dispersion produced little significant r^2 in the dry period. Meteorological systems and the evaporation of the lake of Sobradinho disturbed the study. Esteeming R_g with local coefficients to the monthly distribution followed the tendency of the actinograph accurately. Introducing geographical factors, as it recommends FAO, the tendency is affected significantly in every month of the year. The coefficient of clarity showed coherent tendency with annual average around 0,50.

INTRODUÇÃO

A radiação solar é fonte essencial em todos os processos biológicos, em especial, a fotossíntese. É importante notar que a radiação solar juntamente com água, gás carbônico e seres autótrofos formam o cálice estrutural da vida em nosso planeta.

É, extremamente, recomendável produzir estudos que propicie medidas e, ou, estimativas do potencial de radiação solar de uma determinada superfície da Terra. Vários estudos demonstram que mais de 80% da energia necessária para promover a demanda de água na atmosfera vem da energia radiante do Sol. Aqui reside a essencialidade do estudo para a estruturação de projetos que demandem consumo de água para consumo e irrigação; recursos naturais; ecológicos; produções agrícolas; conservação de alimentos, aproveitamento de energia, utilizando células fotovoltaicas, pragas e doenças entre outros. Mas, outras áreas têm grandes interesses em registros de radiação, tais como: física, medicina, indústria, turismo, arquitetura, gestão urbana e rural etc.

Registros contínuos e padronizados, de irradiância solar, num determinado local, na maioria das vezes são difíceis de obter. A questão reside na operacionalização e nos altos custos dos instrumentos de medidas, tais como actinômetro e piranômetro. Na tentativa de amenizar este problema já foram propostos vários modelos que simulam a irradiância solar global a partir de informações meteorológicas de estações convencionais. Uma ferramenta prática é ajustar modelos localmente ou ajustar modelos teóricos para o local de interesse.

Entre os modelos empíricos simples permitem estimar irradiância, destaca-se o modelo, quase uso universal, de Ångstrom-Prèscott, proposto em 1924, com a seguinte estrutura matemática:

$$R_g/R_o = a + b[n/N] \quad (1)$$

em que: R_g é a radiação solar global recebida na superfície terrestre (MJ/m^2d); R_o = radiação total recebida em uma superfície plana e horizontal, na ausência da atmosfera (MJ/m^2d); n insolação diária (horas); N fotoperíodo (horas); e a e b são coeficientes de regressão do modelo que caracterizam a transmitância atmosférica.

O objetivo deste trabalho é determinar para Bebedouro (PE) e Mandacaru (BA) os coeficientes "a" e "b" do modelo de Ångstrom-Prèscott e estruturar a tendência do coeficiente de claridade (K_t), utilizando registros [30 anos] de actinógrafos e heliógrafos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho utilizou registros meteorológicos (de janeiro de 1975 a dezembro de 2004) das estações climatológicas de Bebedouro (PE) [Lat. 9°09'S; Long. 40°22'W, 373 m] e Mandacaru (BA) [Lat. 9°24'S; Long. 40°26'W, 368 m]. A área, em estudo, esta encravada numa no semi-árido do Nordeste Brasileiro; entre os pontos de registros meteorológicos esta o lago da barragem de Sobradinho que de forma significativa altera o conteúdo o microclima da atmosfera local.

As formulações para o cálculo da irradiância no topo da atmosfera, sobre uma superfície horizontal (R_o), em $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$, seguiu equações proposta por Iqbal (1983) e Vianello & Alves (1991).

$$R_o = 37,60 E_0 [(H \omega_s / 180^\circ) \sin \theta \sin \delta + \cos \theta \cos \delta \cos \omega_s] \quad (2)$$

Para duração do dia, média mensal (N), foi calculada considerado o 15º dia do mês, pela seguinte equação:

$$N = 2\omega_s / 15^\circ \quad (3)$$

em que, ω_s : ângulo horário do Sol, em graus, correspondente ao instante do pôr-do-sol, estimado pela equação:

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan \theta \tan \delta) \quad (4)$$

Em que θ é a latitude do local (negativa para o Hemisfério Sul), δ é declinação do Sol, que foi calculada pela equação de COOPER (1969), isto é:

$$\delta = 23,45^\circ \sin[360^\circ(284 + dn)/365] \quad (5)$$

dn é o dia Juliano. E_0 é o fator de correção associado a excentricidade da órbita terrestre, calculado, conforme Patridge & Platt (1976) pela equação de Spencer isto é:

$$E_0 = (r_0/r)^2 = 1,000110 + 0,034221 \cos X + 0,001280 \sin X + 0,000719 \cos 2X + 0,000077 \sin 2X \quad (6)$$

r_0 : distância média terra/sol; r : distância terra/sol no dia X , em radianos, expresso por:

$$X = 2\pi(dn - 1)/365 \quad (7)$$

Os dados foram submetidos à análise de regressão linear para determinar os parâmetros a e b . A *variável dependente* é a razão de claridade (R_g/R_o) e *variável independente* é a razão de insolação (n/N). Outro aspecto enfocado foi traçar a tendência sazonal do índice de claridade (K_t)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta valores dos coeficientes: a , b , determinação e o índice de claridade para as localidades de Bebedouro e Mandacaru. Os valores dos coeficientes de determinação (r^2) foram baixo e não representativos; maior valor de r^2 foi 0.49 para os meses de janeiro em ambas as localidades. A dispersão foi grande, em especial, nos meses de outono e inverno, período mais seco. Atribuímos este fato ao empirismo do modelo e a elevação do conteúdo de água na atmosfera; em função do aumento da

¹ Estudantes de Engenharia Agrônômica, UFV, Viçosa – MG, mitikotoma@hotmail.com, nessasm1@yahoo.com.br;

² Estudantes de Pós-graduação em Meteorologia Agrícola, DEA, UFV, Viçosa – MG, 31 3899-1890, mcid@vicosa.ufv.br;

evaporação do lago de Sobradinho. A situação é mais crítica sobre Mandacaru, possivelmente, pela associação de sistemas meteorológicos, como, ventos de leste que eleva, ainda mais, o conteúdo de água na atmosfera. Outros fatores meteorológicos, na macro-escala, podem perturbar o desempenho dos modelos; pois altera, significativamente, a dinâmica das chuvas e o clima no Nordeste Brasileiro (NEB), ou seja: Zona de Convergência Inter-Tropical, anos de ocorrência de El Niño e la Niña, Oscilação Sul e até brisas oceano-terra influenciam no clima na área de estudo.

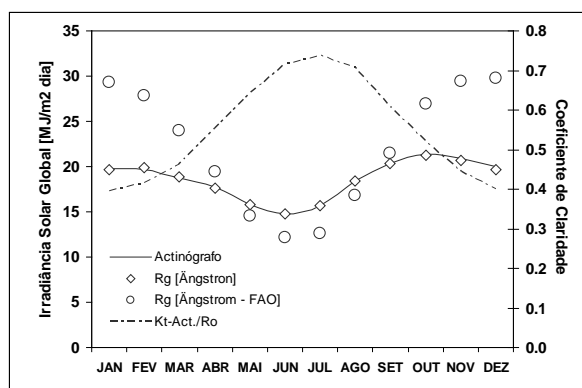


Figura 1. Comportamento da Irradiância Solar Global (Rg), em MJ/m²d, para Bebedouro.

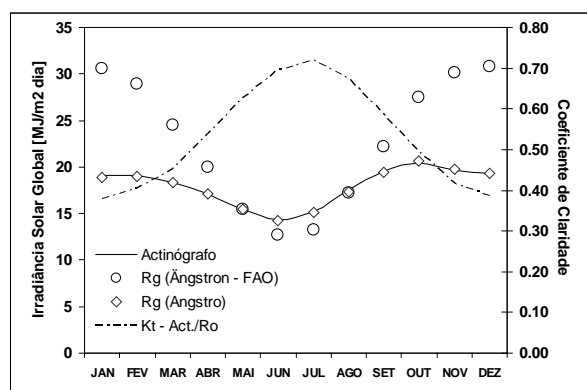


Figura 2. Comportamento da Irradiância Solar Global (Rg), em MJ/m²d, para Mandacaru.

O coeficiente de claridade, Kt, apresentado nas Figuras 1 e 2 foram obtidos a partir da relação Rg (actinógrafo) com R₀ estimado para o topo da atmosfera. Para ambas as localidades os dados são semelhantes. Os maiores valores foram nos períodos de menor irradiância, variando de 0.67 a 0.74, com média superior para Bebedouro (0.55).

As Figuras ainda mostram a distribuição mensal da irradiância. Observa-se que o modelo de Ångstrom-Préscott utilizando coeficientes a e b obtidos localmente segue, perfeitamente, o comportamento do actinógrafo. Adotando fatores geográficos no modelo de Ångstrom $a=0.29\cos(\theta)$ e $b=0.52$, recomendado em vários documentos da FAO para locais sem os coeficientes a e b, subestimou e superestimou o comportamento do actinógrafo em todas as épocas do ano; causando erros abruptos em Bebedouro e Mandacaru.

REFERÊNCIAS

- Braga, H. J.; Silva, L. M.; Leite, G. B. Determinação preliminar dos parâmetros a e b da equação de Angstrom para seis localidades de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., 1987, Belém. Anais... Belém: [s.n.], 1987. p. 199-200.
- Cooper, P.I. The absorption of solar radiation in solar stills. *Solar Energy*, Kidlington, v.12, p.333-46, 1969.
- Dantas, A. A. A; De Carvalho, L.G; Ferreira, E. Estimativa da radiação solar global para a região de Lavras, MG. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras. V.27, n.6, p.1260-1263, nov./dez.,2003.
- Iqbal, M. Na introduction to solar radiation. New York. Academic Press, 1983. 390p.
- Espínola Sobrinho, J.; Izídio, L. R. Determinação dos parâmetros "a" e "b" da equação de Angstrom para estimativa da irradiação solar global em Mossoró-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. Resumos... Santa Maria: [s.n.], 1993. p. 147.
- Patridge, G.W., Platt, C.M.R. Radiative processes in the meteorology and climatology. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1976. 318p.
- Vianello, R.L., Alves, A.R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: UFV, 1991.449p.

Tabela 1. Valores das constantes "a" e "b" da Equação de Ångstrom, coeficiente de determinação e coeficiente de claridade para região em Estudo [Baixo-Médio São Francisco]

Meses	Bebedouro – PE				Mandacaru – BA			
	"a"	"b"	"r ² "	Kr	"a"	"b"	"r ² "	Kr
Janeiro	0.25	0.25	0.49	0.39	0.19	0.32	0.49	0.38
Fevereiro	0.32	0.17	0.32	0.42	0.20	0.32	0.45	0.40
Março	0.23	0.40	0.45	0.46	0.31	0.23	0.15	0.45
Abril	0.43	0.20	0.14	0.55	0.43	0.16	0.08	0.53
Mai	0.37	0.47	0.36	0.64	0.41	0.33	0.17	0.63
Junho	0.53	0.32	0.12	0.71	0.55	0.22	0.06	0.69
Julho	0.50	0.40	0.17	0.74	0.51	0.31	0.12	0.71
Agosto	0.52	0.27	0.16	0.71	0.66	0.01	0.00	0.67
Setembro	0.51	0.14	0.06	0.61	0.63	-0.07	0.01	0.58
Outubro	0.36	0.22	0.10	0.52	0.37	0.18	0.06	0.50
Novembro	0.33	0.17	0.11	0.44	0.29	0.19	0.07	0.42
Dezembro	0.26	0.24	0.37	0.40	0.26	0.20	0.25	0.39
Período	0.39	0.27	0.24	0.55	0.40	0.20	0.16	0.53