

RELAÇÃO ENTRE A RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E INSOLAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE.

Antônio Heriberto de Castro TEIXEIRA.¹

RESUMO

A radiação solar global é muito importante na modelagem da evaporação. Entretanto, esta não é usualmente medida nas estações meteorológicas, e onde é medida, existem períodos com falta de dados. Portanto, é conveniente encontrar modelos de estimativas da quantidade de radiação incidente. O objetivo desse trabalho foi determinar os coeficientes de Ångström, que relaciona a radiação solar e insolação no município de Petrolina. Foram realizadas regressões lineares para cada mês, utilizando-se dados diários da estação agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE). Constatou-se que é possível estimar a radiação solar global a partir de dados de insolação, a nível diário, onde não há dados disponíveis daquele parâmetro na região estudada.

Palavras chaves: radiação solar global, insolação, evaporação

INTRODUÇÃO

A região onde se situa o município de Petrolina é caracterizada pela abundância de energia solar disponível e pela irregularidade do regime pluviométrico, ocasionada devido a influência dos sistemas atmosféricos e orográficos. O maior problema para habitação dessa região é a deficiência hídrica, o que torna de fundamental importância o desenvolvimento de técnicas de conservação da água.

Para qualquer forma de armazenamento hídrico, deve-se levar em consideração o processo de evaporação. A grande importância desse processo no Semi-árido do Brasil, resume-se no aspecto quantitativo, visto que nessa região um grande volume de água é transferido para a atmosfera na forma de vapor. Essa água perdida deve ser necessariamente conhecida para se controlar a quantidade restante no reservatório. A fonte quase exclusiva da energia consumida nesse processo é a radiação solar. Entretanto, essa radiação não é usualmente medida nas estações meteorológicas, e mesmo onde é obtida, ocorrem períodos com falta de dados, devido a pane no equipamento de medição (piranômetro ou piranógrafo). Diante desse fato, torna-se importante estabelecer um

¹ M.Sc. em Agrometeorologia, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56300-000.

modelo matemático, que a partir de dados de insolação, mais facilmente obtidos, se possa estimar a densidade de fluxo de radiação solar recebida na superfície.

Vários pesquisadores têm buscado encontrar uma relação entre essas duas variáveis na forma proposta por Ångström (1924). De acordo com CHANG (1968), Black et al. (1954) analisaram valores de 32 estações dos trópicos e das regiões polares encontrando valores de 0,23 e 0,48 para os coeficientes a e b da equação, como médias mundiais; para os Estados Unidos Fritz & MacDonald (1949) encontraram $a = 0,35$ e $b = 0,61$; No Canadá Mateer (1955) encontrou para os meses de verão $a = 0,355$ e $b = 0,68$. Ometto (1981), para Piracicaba-SP, encontrou os valores de 0,26 e 0,51 para a e b . Fontana e Oliveira (1996), utilizando valores decendiais, encontraram, para o Rio Grande do Sul, valores de a variando de 0,15 a 0,27 e b de 0,32 a 0,62. Através desses e de outros resultados, percebe-se que estes coeficientes dependem da camada atmosférica a ser atravessada pela radiação solar, sendo esse processo influenciado pela latitude e altitude do local e pela época do ano. O objetivo desse trabalho foi determinar os coeficientes da equação de Ångström para cada mês no município de Petrolina-PE.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se valores diários de densidade de fluxo de radiação solar global e de insolação, obtidos no período de 1965-98, da Estação Agrometeorológica do campo experimental da Embrapa Semi-árido da Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Petrolina-PE (latitude: 09°09'S, longitude: 40°24'W e altitude: 365,5m). Foram utilizadas equações de regressão linear para cada mês, eliminando-se alguns meses nos anos em que o coeficiente de determinação (r^2) foi inferior a 0,7. A equação geral utilizada foi:

$$\frac{R_g}{R_o} = a + b \frac{n}{N} \quad (1)$$

Onde R_g é a densidade de fluxo de radiação solar global ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), n a insolação diária, R_o a densidade de fluxo de radiação solar incidente numa superfície horizontal paralela à superfície do solo no topo da atmosfera ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}$), N o fotoperíodo, e a e b os coeficientes da equação de regressão linear.

Os dados de radiação solar global (R_g) e de insolação (n) foram provenientes de medições realizadas na estação agrometeorológica, utilizando o actinógrafo bimetalico Fuess e o heliógrafo Campbell-Stokes, respectivamente.

A densidade de fluxo de radiação solar global incidente numa superfície horizontal paralela à superfície do solo no topo da atmosfera (R_o) foi obtida pela seguinte equação:

$$Ro = 916,7d(\text{sen } \Theta \text{ sen } \delta \text{ H} + \text{cos } \Theta \text{ cos } \delta \text{ sen } H) \quad (2)$$

Onde d a excentricidade da Terra, H o ângulo horário, Θ a latitude e δ a declinação do sol.

A excentricidade da Terra (d) foi calculada pela expressão:

$$d = 1 + 0,033\text{cos}(2\pi \text{ dn}/365) \quad (3)$$

Onde dn é o número do dia do ano

O ângulo horário no momento do nascer do sol foi calculado pela seguinte equação:

$$H = \text{arc.cos}-(\text{tg } \Theta \text{ tg } \delta) \quad (4)$$

A declinação solar foi também obtida também em função do número do dia do ano (dn), da seguinte forma:

$$\delta = (0,006918 - 0,399912\text{cos}\Gamma + 0,070257\text{sen}\Gamma - 0,006758\text{cos}\Gamma + 0,000907\text{sen}2\Gamma - 0,002697\text{cos}3\Gamma + 0,00148\text{sen}3\Gamma)/(180/\pi) \quad (5)$$

Onde Γ é dado por:

$$\Gamma = 2\pi (dn - 1)/365 \quad (6)$$

O fotoperíodo (O número astronômicamente possível de horas de Sol, N) foi obtido de acordo com a seguinte expressão:

$$N = \frac{2}{15} \text{arc.cos}-(\text{tg } \Theta \text{ tg } \delta) \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os coeficientes da equação de regressão linear que relacionou a radiação solar global e a insolação em Bebedouro (Petrolina-PE) para cada um dos meses do ano, juntamente com o valor médio anual e desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV) com relação a essa média. No período de 1965-98 descartaram-se os meses cujos coeficientes de determinação (r^2) se apresentaram inferiores a 0,7. Como resultado dessa seleção todas as regressões mensais apresentaram coeficientes de correlação igual a 0,9 (r).

Pode-se utilizar esses coeficientes na região de estudo para suprir os dias nos quais não ocorreram registros de radiação solar global ou de insolação e ainda em outras regiões quando existem associações entre os coeficientes e fatores como latitude e altitude, pois eles estão

relacionados com a transmissividade atmosférica e com a camada de ar que a radiação solar atravessa para atingir a superfície.

Tabela 1. Coeficientes de Ångström (*a* e *b*) para estimar a radiação solar global diária a partir da insolação; coeficiente de correlação (*r*) e número de observações (*n*) para Petrolina-PE .

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>n</i>
Janeiro	0,30	0,37	0,9	301
Fevereiro	0,31	0,35	0,9	190
Março	0,27	0,39	0,9	322
Abril	0,30	0,35	0,9	400
Maio	0,30	0,36	0,9	295
Junho	0,30	0,37	0,9	414
Julho	0,31	0,37	0,9	493
Agosto	0,30	0,9	0,9	349
Setembro	0,27	0,44	0,9	356
Outubro	0,27	0,41	0,9	468
Novembro	0,29	0,38	0,9	471
Dezembro	0,29	0,39	0,9	433
Média	0,29	0,38		
S	0,01	0,02		
CV	4,86	6,47		

Pela tabela 1, constata-se uma pequena variabilidade interanual nos coeficientes *a* e *b* da equação de Ångström, com desvios padrões 0,01 e 0,02 e coeficientes de variação 4,86 e 6,47, respectivamente. Os maiores valores de *b* ocorreram nos meses de setembro e outubro, quando o sol culmina na latitude da região de estudo, momento em que a radiação percorre um menor caminho óptico para chegar ao solo. Nesses meses ocorre também o fim do período seco. A Figura 1 confirma esse fato, mostrando maiores valores de *n/N* e de *Rg/Ro*.

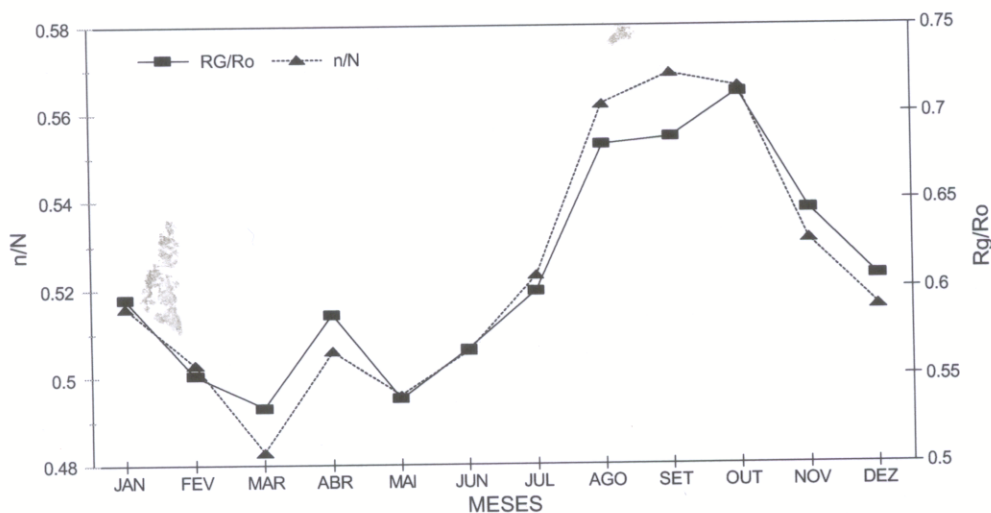


Fig.1. Valores médios mensais de *n/N* e *Rg/Ro* em Petrolina, PE

De março a abril o sol culmina novamente na região, ocorrendo um pico menor em n/N e R_g/R_o , porém os valores de b , n/N e R_g/R_o se apresentam menores do que nos meses citados anteriormente (Figura 1). Nesse período ocorre uma menor transmissividade da atmosférica nessa época do ano, correspondente ao período chuvoso da região.

Os coeficientes médios diários para cada mês obtidos nesse estudo podem ser utilizados para estimar a radiação solar global diária para suprir os dados faltosos do local e em locais dentro da mesma região ecoclimática, que possuam medições de insolação e sejam carentes de instrumentos de medição da radiação solar incidente.

CONCLUSÕES

- 1) Para a região do município de Petrolina é possível estimar a radiação solar global incidente, em nível diário para cada mês, a partir de dados de insolação, em locais onde estes últimos se encontram disponíveis.
- 2) No período com escassez de dados de radiação solar global na Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE), é possível suprir os dados faltosos pela estimativa através de dados de insolação.
- 3) Na região, constata-se uma pequena variabilidade interanual nos coeficientes a e b da equação de Ångström. Os maiores valores de b ocorrem nos meses de setembro e outubro, quando o sol culmina na latitude da região de estudo, quando coincide com o fim do período seco. De março a abril o sol culmina novamente na região, porém os valores de b , n/N e R_g/R_o se apresentam menores do que nos meses citados anteriormente. Neste período ocorre uma menor transmissividade da atmosférica correspondendo ao período chuvoso da região.

BIBLIOGRAFIA

- ÅNGSTRÖM, A . Solar and terrestrial radiation . **Quartely Journal of Royal Meteorological Society**, v.50, p. 121-126, 1924.
- CHANG, J. **Climate and Agriculture. an Ecological Survey**. Aldine. Chicago. 304p., 1968.
- FONTANA, D. C., OLIVEIRA, D. Relação entre radiação solar global e insolação para o estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Saanta Maria, v. 4, n.1, p. 87-91, 1996.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo. 425p. 1981.