

ESTIMATIVA DA ENERGIA SOLAR GLOBAL NA ÁREA DO RECIFE, BASEADA EM REGISTROS DE INSOLAÇÃO¹

ANTÔNIO C. DE SOUZA REIS², TERESINHA DE J. FONSECA COELHO³ e NARA L. DE LIRA ALVES⁴

SINOPSE.- Fez-se a avaliação estatística de radiação global (direta e difusa) a partir de dados de insolação, na área do Recife, através de equação de regressão entre dados de registro simultâneo de radiação global e de número de horas de insolação.

INTRODUÇÃO

Dentre os estudos de radiação solar, a determinação da quantidade de energia que incide sobre uma determinada superfície, ou seja, a radiação global, tem sido objeto da investigação de numerosos pesquisadores. São inúmeros os tipos de radiômetros, cada um com finalidade definida e recebendo, por seu turno, as mais diversas denominações: solarímetro, piranômetro, actinômetro, pireliômetro, etc. Quase todos, porém, são de preço elevado, o que torna difícil a sua aquisição e instalação pela grande maioria das estações meteorológicas.

A radiação solar, todavia, em sua passagem pela atmosfera, é parcialmente absorvida, dispersa e difusamente refletida pelo ar, vapor de água, poeira e nuvens.

Grande parte dessa energia se perde no espaço; uma porção considerável, contudo, atinge a superfície da Terra, sob a forma da radiação difusa, do céu, que vem se associar à radiação direta, geralmente inclinada, constituindo a radiação global. As determinações da radiação global são feitas pelos piranômetros e/ou actinômetros, os quais nem sempre são encontrados na grande maioria das estações meteorológicas da rede brasileira de superfície. No entanto são muito comuns séries bastante grandes de determinações da insolação (horas e décimos de hora do brilho solar) obtidas com o heliógrafo. Este fato, ao que parece, levou os estudiosos, desde Angstrom (1924), Black *et al.* (1954) e Macris (1959) até Ramos e Almeida (1961) e Cervellini *et al.* (1966), à utilização dos dados da insolação para determinações da radiação global.

O presente trabalho apresenta uma equação obtida por correlação entre os dados de radiação global, registrados

por um actinógrafo, e dados da insolação, obtidos com heliógrafo, para a estação meteorológica do Curado, nos arredores da cidade do Recife, Estado de Pernambuco. Dadas as condições semelhantes do tempo e do clima do Recife com as de toda a zona do Litoral - Mata Úmida do Estado, considera-se equação válida para a zona da mata úmida de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados para os cálculos foram colhidos pela estação meteorológica do Curado, localizada na sede do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Nordeste (IPEANE), com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 8.º 03' S e longitude 34º 55' W Gr; a altitude é de 6,90 m.

A radiação global (Q) foi registrada em cal cm⁻² por um actinógrafo bimetalico, tipo Robitzsch-Fuess, de rotação diária. Os diagramas foram cotados com planímetro e as cotações devidamente corrigidas para a altura meridional média do sol.

A insolação foi tomada pelo registro de um heliógrafo Campbell-Stokes, modelo Fuess, tendo sido feitas cotações horárias das horas e décimos de hora de brilho solar (n). Foram utilizadas na análise 306 observações diárias da radiação global e das horas de insolação.

Para o cálculo da fração de radiação Q/Q_0 , os valores de Q_0 (total de radiação que atingiria a superfície do solo na ausência da atmosfera) foram tomados a partir do Quadro 1, que reproduz tabela publicada pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura (Salati *et al.* 1967). Para obtenção da razão de insolação n/N , os valores de duração máxima da insolação (N) foram os do Quadro 2, que representam dados interpolados a partir da tabela 171 das tabelas meteorológicas da Smithsonian Institution (1951).

A equação final é da forma $Q/Q_0 = a + b (n/N)$ tendo-se procurado obter os valores dos parâmetros a e b através da análise de regressão linear simples, pelo método dos quadrados mínimos.

¹ Aceito para publicação em 4 jul. 1972.

² Professor de Meteorologia e Climatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Caixa Postal 1022, Recife, PE, e Pesquisador do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPA).

³ Pesquisador em Agricultura, Chefe do Setor de Climatologia do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Nordeste (IPEANE), Caixa Postal 205, Recife, PE.

⁴ Pesquisador do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, Recife, e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

QUADRO 1. Total da radiação solar em cal/cm²/dia que atingiria a superfície do solo na ausência da atmosfera (latitude de 8.° S) *

Dias	Meses											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1	918	926	915	864	789	725	711	754	827	888	916	917
2	919	926	914	862	787	723	711	757	830	889	916	917
3	919	926	913	860	784	722	712	759	832	891	916	917
4	919	926	912	857	782	721	712	761	835	892	916	917
5	919	926	911	855	779	719	714	763	837	893	917	916
6	920	926	910	853	777	718	714	766	839	895	917	916
7	920	926	909	851	774	717	715	768	842	896	917	916
8	920	926	908	848	772	716	716	770	844	897	917	916
9	921	926	906	845	769	715	717	772	846	898	917	916
10	921	926	905	843	767	714	718	775	848	900	918	916
11	921	926	903	841	765	713	719	777	850	901	918	916
12	921	926	902	838	762	713	721	779	853	902	918	916
13	922	925	901	836	760	712	722	782	855	903	918	916
14	922	925	899	833	758	711	723	784	857	904	918	916
15	923	925	898	831	756	711	725	787	859	905	918	916
16	923	924	896	828	754	710	726	789	861	906	918	916
17	923	924	894	826	751	710	727	791	863	907	918	916
18	923	923	892	823	749	710	729	794	865	908	918	916
19	924	923	891	820	747	709	730	796	867	908	918	916
20	924	922	889	818	745	709	732	799	869	909	918	916
21	924	922	887	815	743	709	734	801	871	910	918	916
22	924	921	885	812	741	709	735	803	872	911	918	916
23	925	920	883	810	739	709	737	806	874	911	917	917
24	925	920	881	807	737	709	739	808	876	912	917	917
25	925	919	879	805	736	709	741	811	878	912	917	917
26	925	918	877	802	734	709	743	813	879	913	917	917
27	926	917	875	800	732	709	744	816	881	913	917	917
28	926	916	873	797	730	710	746	818	883	914	917	917
29	929		871	794	729	710	740	820	884	915	917	917
30	926		869	792	727	710	750	823	886	915	917	918
31	926		867		726		752	825		915		918
Média	923	924	894	829	755	713	728	789	859	904	917	917

* Transcrito de Salati *et al.* (1967).

QUADRO 2. Duração máxima possível da insolação em horas e décimos, na latitude de 8.° S (valor de N) *

Dias	Meses											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
2	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
3	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
4	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
5	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
6	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
7	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
8	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
9	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
10	12,6	12,4	12,3	12,0	11,8	11,7	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
11	12,6	12,4	12,2	11,9	11,9	11,8	11,6	11,8	11,9	12,2	12,4	12,6
12	12,6	12,4	12,2	11,9	11,8	11,6	11,7	11,8	12,0	12,2	12,5	12,6
13	12,6	12,4	12,2	11,9	11,8	11,6	11,7	11,8	12,0	12,2	12,5	12,6
14	12,6	12,4	12,2	11,9	11,8	11,6	11,7	11,8	12,0	12,2	12,5	12,6
15	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
16	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
17	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
18	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
19	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,9	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
20	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,0	12,3	12,5	12,6
21	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
22	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
23	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
24	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
25	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
26	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
27	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
28	12,5	12,3	12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
29	12,5		12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
30	12,5		12,0	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
31	12,5		12,0		11,7		11,7	11,9		12,3		12,6

* Dados interpolados a partir da Tabela 171 das "Smithsonian Meteorological Tables" (Smithsonian Institution 1951).

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Utilizando o material e seguindo o método retro descritos, foi encontrada para o município do Recife a equação $Q/Q_0 = 0,26 + 0,31 n/N$, cuja representação gráfica constitui a Fig. 1.

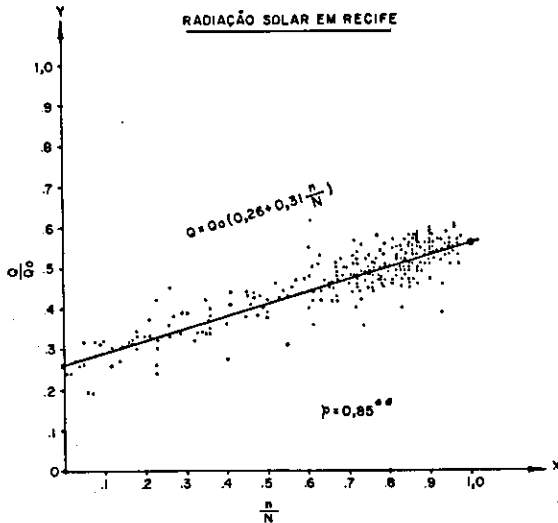


FIG. 1. Representação gráfica da equação.

Essa estimativa pode ser usada para toda a zona da mata úmida, em Pernambuco, dadas as semelhanças climáticas com o Recife.

Para as demais zonas fisiográficas do Estado, que ainda carecem de determinações da radiação global, pode-se utilizar a equação, embora com certa reserva, dadas as condições do regime de isolamento das áreas semi-áridas, bastante diverso daquelas úmidas e subúmidas.

REFERÊNCIAS

- Angstrom, A. 1924. Solar and terrestrial radiation. J. Meteorol. Soc., London, 50:121-126.
- Black, J.N., Bonython, C.W. & Prescott, J.A. 1954. Solar radiation and the duration of sunshine. Quart. J. Royal Meteorol. Soc., London, 86(344):231-235.
- Cervellini, A., Salati, E. & Godoy, H. 1966. Estimativa da distribuição da energia solar no Estado de São Paulo. Bragantia 25(3):31-39.
- Macris, G.J. 1959. Solar energy and sunshine hours at Athens, Greece. Monthly Weather Review 87:29-32.
- Ramos, F.M. & Almeida, A.P.de 1961. Balanço hídrico de Goa. Estudos Agronômicos. Junta de Investigações do Ultramar 2(4):177-191.
- Salati, E., Cervellini, A., Vilar Nova, V.A., Orneto, J.C., Santos, J.M. & Godoy, C.R.M. 1967. Estimativa da radiação solar que atinge uma área horizontal unitária, admitindo-se a ausência da atmosfera. Bolm téc. 6, Serv. Meteorologia, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Smithsonian Institution 1951. Smithsonian Meteorological Tables. Smithsonian Institution, Washington, D.C., Vol. 114, p. 507.

ABSTRACT.- Reis, A.C.de S.; Coêlho, T.de J.F.; Alves, N.L.de L. [*Estimation of solar energy, in Recife area, based on bright sunshine registration.*]. Estimativa da energia solar global na área do Recife, baseada em registros de insolação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1973) 8, 177-179 [Pt, en] Univ. Fed. Rural de Pernambuco, Caixa Postal 1022, Recife, PE, Brazil.

Statistical evaluation of total radiation (direct plus diffuse) in Recife and surroundings was made based on bright sunshine data. Number of hours of bright sunshine and total radiation data from the Curado Meteorological Station, Recife, State of Pernambuco Brazil, were used in the regression equation.