



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio
do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1er Simposio
del Trópico Húmedo

ANAIS
PROCEEDINGS
ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELEM - PARÁ - BRASIL

1986



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1^{er} Simpósio
del Trópico Húmedo

Belém, Pará, 12 a 17 de Novembro de 1984

Belém, November 12 through 17, 1984

Belém, 12 a 17 de novembre de 1984

ANAIS PROCEEDINGS ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELÉM - PARÁ - BRASIL



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisas do Tópico Úmido — CPATU

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex: (091) 1210

Caixa Postal, 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I, Belém, 1984.

Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.

6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

I. Agricultura — Congresso — Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA, II. Título. III. Série.

CDD: 630.601

RELAÇÃO ENTRE RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E INSOLAÇÃO PARA A REGIÃO DE BELÉM, PARÁ

Tatiana Deane de Abreu Sá Diniz¹,
Daniel A. Cardon², Therezinha Xavier
Bastos¹ e Maria Gil L. Maltez³

RESUMO: Foram avaliados 1.274 pares de dados diários de radiação solar global (Q) e de insolação (n), obtidos entre 1978 e 1983, em Belém, Pará (latitude 1°27'S, longitude 48°28'W), com vistas à determinação de modelos estocásticos do tipo °Angström-Prescott, para estimativa da radiação solar global, utilizando valores diários de radiação solar no topo da atmosfera (Q₀) e do comprimento do dia (N). Com a totalidade dos dados, foi obtida a seguinte relação: $Q = Q_0 (0,266 + 0,409 n/N)$, enquanto que, a aplicação de testes estatísticos apropriados revelou dois períodos distintos, dentro do ano. O primeiro, de novembro a maio, correspondendo aos meses chuvosos e de transição, e o segundo, de junho a outubro, para os quais foram desenvolvidas, respectivamente, as equações: $Q = Q_0 (0,275 + 0,376 n/N)$ e $Q = Q_0 (0,261 + 0,428 n/N)$. Os resultados mostraram boa concordância com os obtidos anteriormente com menores séries de dados, bem como com os encontrados para área geográfica e/ou climaticamente semelhante a estudada.

Termos para indexação: Região Amazônica, equação de °Angström-Prescott, modelo de radiação.

RELATIONSHIP BETWEEN GLOBAL SOLAR RADIATION AND SUNSHINE DURATION FOR BELÉM, STATE OF PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: Data pairs (1.274) of daily global radiation (Q) and sunshine duration (n) obtained from 1978 to 1983, in Belém, State of Pará, Brazil (latitude 1°27'S, longitude 48°28'W), were processed towards determination of stochastic °Angström-Prescott models, for estimating global solar radiation from daily values of solar radiation at the top of the atmosphere (Q₀) and daylight duration (N). Using the whole sample of data, the following relationship was obtained: $Q = Q_0 (0,266 + 0,409 n/N)$, while the application of suitable statistical tests showed two different periods within the year. The first one, from November to May, including the rainy and transition months, and the other one, from June to October, corresponding respectively to the equations: $Q = Q_0 (0,275 + 0,376 n/N)$ and $Q = Q_0 (0,261 + 0,428 n/N)$. The results exhibited good agreement if compared to earlier obtained values generated from smaller samples, for the same region, and to those developed for areas geographically and or climatically similar to the area under study.

Index terms: Amazon Region, °Angström-Prescott equation, radiation model.

¹ Eng. Agr. M.Sc. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48, CEP 66000. Belém, PA.

² Física Doutor 3° ciclo. Convênio ORSTOM/EMBRAPA. EMBRAPA-CPATU.

³ Matemática Doctorat d'Etat. UFPA. Campus Universitário do Guamá. CEP 66000. Belém, PA.

INTRODUÇÃO

Embora a crescente demanda sobre a disponibilidade de energia solar venha impelindo diversas instituições no trópico úmido brasileiro a obter dados de radiação solar, a informação ora disponível é ainda insuficiente para derivar estatísticas necessárias, dentre outras, à avaliação da viabilidade de utilização de coletores solares, cálculo de balanços de energia e hídrico, desenvolvimento de modelos agrometeorológicos e elaboração de zoneamento agrícola.

Para que as reduzidas séries de dados confiáveis ora existentes sejam utilizadas, como referência para ampliar, em espaço e tempo, o nível de informações sobre tal variável, esforços devem ser dirigidos ao desenvolvimento e teste de modelos estimativos adaptados às condições da região, de modo a evitar a utilização de modelos desenvolvidos em outras regiões do globo, como até recentemente era comum em trabalhos voltados à definição dos regimes de radiação e evapotranspiração da área (Löf et al. 1966, Villa Nova et al. 1976, Mota et al. 1977, Nunes et al. 1978, Hancock et al. 1979).

A determinação de modelos de radiação confiáveis, para a região de Belém, Pará, é particularmente importante, por ser esta uma das áreas do trópico úmido brasileiro a dispor de séries maiores de dados meteorológicos, inclusive de radiação e insolação, além de ser um local onde considerável volume de experimentos agropecuários vem sendo conduzido.

Os modelos destinados a estimar a radiação solar global e suas componentes direta e difusa agrupam-se em duas categorias (World Meteorological Organization 1981): determinísticos e estocásticos. Os da primeira categoria utilizam a teoria da transferência de radiação, incorporada à parametrização das nuvens, enquanto que os da outra categoria relacionam a insolação ou a nebulosidade, com a radiação solar global, mediante equações, em sua

maioria, de regressão linear.

Dentre os modelos estocásticos, o mais difundido, proposto por Ångström (1924) e modificado por Prescott e Penmann (Black et al. 1954), é o seguinte: $Q = Q_0 (a + b n/N)$, no qual Q é a radiação solar global; Q_0 é a radiação que atinge uma superfície unitária no topo da atmosfera; n é a duração do brilho solar ou insolação; N é o comprimento do dia; a e b são constantes que, conforme diversos autores (Glover & McCulloch 1958, Rijks & Huxley 1964) devem ser determinadas para cada região. Sendo que a é definida como a percentagem de radiação extraterrestre que atinge o solo em um dia completamente nublado, e b com a percentagem de radiação extraterrestre absorvida por um céu completamente nublado.

Para Belém, os resultados referentes a teste e ajuste de modelos determinísticos de radiação resumem-se praticamente aos apresentados por Macedo et al. (1978); Machado & Rocha (1983) e Rendeiro et al. (1984), que utilizaram modelos para calcular as componentes direta e difusa da radiação solar global.

Em se tratando de modelos estocásticos, vários autores têm desenvolvido equações do tipo Ångström-Prescott, obtendo os seguintes resultados sumariados: Os cálculos efetuados utilizando pares de valores médios mensais de radiação solar global (medidos por actinógrafo), no período de 1969-71, resultaram nos valores 0,27 e 0,35 para, respectivamente, os coeficientes a e b (Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte 1973), enquanto que Diniz (1980) obteve, ao analisar valores diários correspondentes a distintas faixas de valores de n/N , para a valores entre 0,29 e 0,30; para b entre 0,32 e 0,36 e para $a + b$ entre 0,62 e 0,65. Ribeiro (1980), empregando pares de valores médios de cinco dias, encontrou para a equação geral, valores de 0,255 e 0,262, respectivamente para a e b . Azevedo et al. (1980), analisando uma pequena amostra de dados de radiação solar global medida

por piranômetro Eppley, obtiveram coeficientes mensais muito variados, enquanto que Nirenberg (1981), com a mesma fonte de dados, apresentou, para equação geral, valores de a e b de, respectivamente 0,31 e 0,41. Diniz et al. (1983), usando valores diários de radiação solar global, também obtidos por piranômetro Eppley, no período 1978-81, encontraram, para a equação geral, valores de 0,28 e 0,41 para, respectivamente a e b ; e valores de a entre 0,23 e 0,34; de b entre 0,32 e 0,48 e de $a + b$ entre 0,63 e 0,74, ao desenvolverem equações para os meses, individualmente.

A variabilidade dos resultados obtidos pelos diversos autores é explicada, principalmente, pelo pequeno tamanho das amostras analisadas, o que ocasiona uma considerável imprecisão, além de não refletir suficientemente o regime climático da área. A natureza e a calibração dos sensores constituem outras fontes de divergência dos resultados, em especial ao se compararem os valores obtidos com actinôgrafos aos medidos com piranômetros.

Esta falta de concordância acarreta dúvidas aos usuários, quanto à escolha de equações confiáveis. Assim é que, visando atenuar esse problema, este trabalho fornece informações mais confiáveis, mediante equações desenvolvidas utilizando a maior série de dados obtidos na região de Belém, por piranômetro Eppley.

MATERIAL E MÉTODOS

A região de Belém fica submetida a clima enquadrado, segundo classificação de Köppen, como Af (Bastos 1982) e como B3rA'a', segundo classificação de Thornthwaite (Bastos 1972), que se caracteriza por elevados totais pluviométricos na maioria dos meses do ano, com maior concentração no primeiro trimestre do ano (Bastos et al. 1984), ocasião em que são observados os valores médios mensais menos elevados de radiação solar global (Diniz et al. 1984).

Neste trabalho foram utilizados dados diários de radiação solar global ($1y \cdot dia^{-1}$) e de insolação (horas e décimos), medidos no período entre junho de 1978 e dezembro de 1983 (com interrupções), sendo que os dados de radiação solar global foram obtidos de acordo com a Referência Radiométrica Mundial (World Meteorological Organization 1977), em piranômetro preto e branco Eppley (modelo 8-48), periodicamente calibrado no Centro de Radiação Solar do Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET), acoplado a integrador digital Hobeco (modelo H-59-A), e instalado em estação componente da Rede Solarimétrica do INEMET (latitude $1^{\circ}27'S$, longitude de $48^{\circ}28'W$). Os dados de insolação foram obtidos em heliógrafo Campbell-Stokes, utilizando tiras apropriadas, com espessura média entre 0,39 mm e 0,44 mm. Os dados foram tratados no Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal do Pará (UFPA), em computador Digital (modelo DGC-10).

A metodologia adotada para a verificação e o processamento dos dados foi a descrita e utilizada por Cardon & Gosse (1981) e Cardon & Amorim Neto (1983) que, através de um programa único, classifica os dados em várias categorias, de acordo com a indicação do usuário e, posteriormente, os trata em separado. A saída final para cada categoria compõe-se de: coeficientes a e b da equação de Angström-Prezcott e seus respectivos desvios padrão; gráfico da nuvem de n/N versus Q/Q_0 ; histograma de frequência de n/N ; e cálculo do ponto médio e do desvio padrão em relação à reta de regressão, para cada classe de valores de n/N .

Neste estudo, o programa foi inicialmente rodado, considerando a totalidade dos dados, e posteriormente eliminando os dias totalmente nublados.

Foram inicialmente calculados os coeficientes anuais. Posteriormente, consideraram-se as relações mensais, cujos coeficientes foram analisados através do teste de Duncan, modificado por James

(1964), para identificação de agrupamentos de meses homogêneos. Procedeu-se, então, o cálculo dos coeficientes **a** e **b** para cada período diferenciado.

RESULTADOS

Os cálculos realizados com todos os pares de dados resultaram na seguinte equação: $Q = Q_0 (0,266 + 0,409 n/N)$. (1)

Ao calcular as relações mensais obteve-se, em ordem crescente, para os valores de **b**, a seguinte seqüência numérica de meses: 11-12-3-1-5-4-7-2-10-9-8-6 os quais, mediante análise estatística, foram agrupados em:

1º grupo: 11-12-3-1-5-4-7

2º grupo: 2-10-9-8-6

Considerando a semelhança dos coeficientes dos meses de fevereiro e julho e para obter períodos contínuos, agruparam-se os meses da seguinte forma:

1º grupo: novembro a maio

2º grupo: junho a outubro

A análise, para cada grupo de meses, resultou em:

1º grupo: $Q = Q_0 (0,275 + 0,376n/N)$. (2)

2º grupo $Q = Q_0 (0,261 + 0,428n/N)$. (3)

Os resultados obtidos, excluindo os dias completamente nublados, encontram-

se sumariados na Tabela 1, juntamente com os referentes às equações de 1 a 3.

DISCUSSÃO

Conforme pode ser verificado na Fig. 1a, a distribuição dos pontos médios e do desvio padrão em relação à reta de regressão, para cada classe de valores de n/N , justifica plenamente o uso deste tipo de modelo estatístico para relacionar n/N a Q/Q_0 , salvo para a primeira classe de valores de n/N . A eliminação dos valores correspondentes a dias completamente nublados promoveu uma redução apreciável no desvio padrão relativo a esta classe (Tabela 2), o que justificaria a utilização das equações obtidas sem valores de dias com insolação nula. Entretanto, uma vez que, a eliminação destes dados não altera consideravelmente os valores dos coeficientes (Tabela 1), é preferível, do ponto de vista prático, adotar os modelos desenvolvidos com todos os valores de **n**.

Em se tratando da divisão do ano em dois grupos de meses, conforme ilustra a Fig. 1b, existe uma diferença nítida na distribuição da insolação relativa desses grupos, o que sugere duas populações diferenciadas de valores de n/N justificando, parcialmente, o critério de agrupamento adotado.

TABELA 1. Valores de **a**, **b**, **a + b** e **r** obtidos nas diferentes análises desenvolvidas.

Natureza da amostra		Nº de dados	a	a min.	a max.	b	b min.	b max.	a + b	r
Com todos os dados	Todo o ano	1.274	0,266	0,259	0,273	0,409	0,397	0,421	0,675	0,88
	Novembro a maio	687	0,275	0,266	0,284	0,376	0,360	0,392	0,651	0,87
	Junho a outubro	587	0,261	0,244	0,278	0,428	0,406	0,451	0,689	0,84
Sem dias completamente nublados	Todo o ano	1.253	0,264	0,267	0,281	0,397	0,384	0,409	0,671	0,87
	Novembro a maio	668	0,289	0,279	0,299	0,354	0,337	0,371	0,643	0,84
	Junho a outubro	585	0,257	0,241	0,273	0,434	0,411	0,457	0,691	0,84

Comparando-se os valores obtidos aos encontrados anteriormente para a mesma localidade (Fig. 2), observa-se que, exce-

tuando os resultados de Ribeiro (1980), que se mostraram muito variáveis, os valores de **b** gerados mediante o uso de actinógrafos

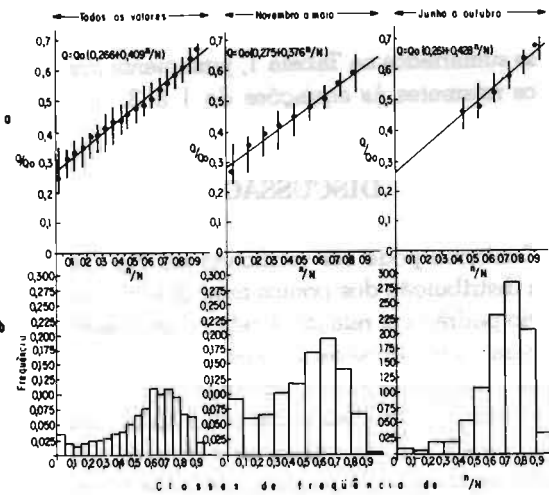


FIG.1. (a) Q/Q_0 versus n/N e respectivos desvios padrão, (b) frequência relativa de n/N , para diferentes classes de valores de n/N , considerando todos os valores e, em separado, os referentes aos períodos novembro-maio e junho-outubro.

mostraram-se inferiores aos ora apresentados, enquanto que os valores de a são comparáveis (Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte 1973, Diniz 1980). Já os coeficientes calculados a partir de dados obtidos em piranômetros, usando amostras de tamanho menor que a ora utilizada (Azevedo et al. 1980, Nirenberg 1981, Diniz et al. 1983), mostraram-se bem próximos aos determinados neste trabalho, o que confirma a estabilidade das relações apresentadas.

Valores semelhantes, especialmente com relação ao coeficiente a ($a = 0,27$ e $b = 0,37$), foram encontrados por Butler & Miranda (1983) para Ilhéus, onde o clima é também do tipo Af1, segundo Köppen, enquanto que Doorenbos & Pruitt (1975), para o mesmo tipo de clima divulgaram para Kisangani, no Zaire, valores bem próximos

TABELA 2. Desvio padrão em relação à reta de regressão correspondente à classe $0 < n/N < 0,05$ e à amostra completa.

Natureza da amostra de dados	Desvio padrão	
	Classe $0 < n/N < 0,05$	Médio da amostra
Com todos os dados	0,075	0,050
Sem dias completamente nublados	0,060	0,049

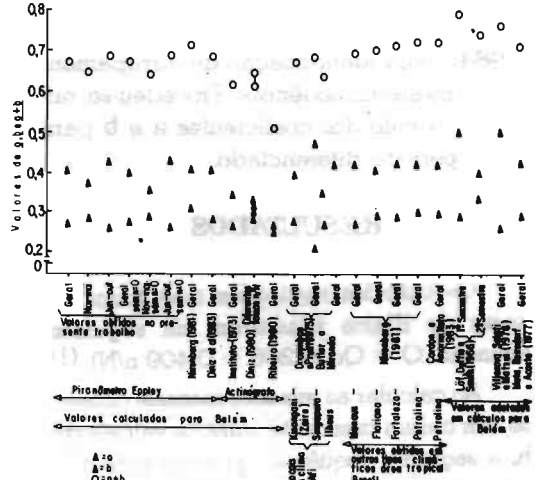


FIG. 2. Comparação entre os valores a , b e $a+b$ ora obtidos e os determinados por diferentes autores para Belém e outras áreas tropicais.

($a = 0,28$ e $b = 0,40$); e para Singapura, valores consideravelmente discordantes ($a = 0,21$ e $b = 0,48$). Esta diferença pode ser atribuída à natureza dos dados utilizados e a características locais.

Boa concordância foi também observada em outros tipos climáticos, na região tropical brasileira, por Nirenberg (1981), que encontrou, para as localidades de Manaus, Floriano, Fortaleza e Petrolina, divergência de até 0,04 para a e de até 0,02 para b , em relação aos valores ora apresentados, resultado que foi confirmado por Cardon & Amorim Neto (1983) para Petrolina (Fig. 2).

Dentre os autores que utilizaram equações geradas em outras regiões, para estimar a radiação solar global em Belém (Lóf et al. 1966, Villa Nova et al. 1976, Mota et al. 1977, Nunes et al. 1978, Hancock et al. 1979), observa-se que os coeficientes adotados por Mota e colaboradores foram os que apresentaram maior concordância com os aqui divulgados (Fig. 2).

CONCLUSÕES

A análise dos resultados apresentados permitiu concluir que:

— A equação 1 possibilita obter precisão aceitável no cálculo da radiação solar global para fins de reconstituição de dados ou estimativa desta variável a partir de séries de dados de insolação, embora os valores expressos, neste caso, não sejam perfeitamente estimados, enquanto que as equações 2 e 3 permitem minimizar esta imprecisão, considerando dois grupos de meses distintos: novembro a maio e junho a outubro.

— O campo de uso das equações 2 e 3 poderá ser ampliado pela compatibilização dos períodos por elas englobados ao regime de nebulosidade de distintas áreas do trópico úmido brasileiro, o que se constituirá em etapa de trabalho subsequente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGSTRÖM, A. Solar and terrestrial radiation. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 50: 121-5, 1924.
- AZEVEDO, D. da C.; ARAÚJO, M.I. de; BRITO, J.V.B. de & OLIVEIRA, N.M.C. **Medidas e estimativas de radiação solar global no Brasil**. Brasília, INEMET, 1980, 11p. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1, Campinas Grande, 1980.
- BLACK, J.N; BONYTHON, C.W. & PRESCOTT, J.A. Solar radiation and the duration of sunshine. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 80 (344): 231-5, 1954.
- BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da amazônia brasileira. In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE, Belém, PA. **Zoneamento Agrícola da Amazônia, 1ª Aproximação**. Belém, 1972. p. 68-122 (IPEAN. Boletim Técnico, 54).
- BASTOS, T.X. **O clima da amazônia brasileira segundo Köppen**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 4p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 87)
- BASTOS, T.X.; CHAIB FILHO, H.; DINIZ, T.D. de A. S. & LOBATO, V.H. de. **Flutuação das chuvas na região de Belém, em distintos intervalos de tempo - período 1967-1983**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 16p. Trabalho apresentado no Simpósio do Trópico Úmido, 1, Belém, nov. 1984.
- BUTLER, D.R. & MIRANDA, R.A.C. de. Estimativa do fluxo de radiação global no Centro de Pesquisa do Cacau e áreas circunvizinhas. *R. Theobroma*, 13(4): 321-5, 1983.
- CARDON, D.A. & AMORIM NETO, M. Relação entre a radiação solar global e a insolação na região de Petrolina, PE. *Campinas/s. ed./1983*. 23p. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3, Campinas, jul. 1983.
- CARDON, D.A. & GOSSE, G. **Relationship between global radiation and sunshine duration in Ivory Coast**. Paris, INRA, 1981. (não publicado).
- DINIZ, T.D. de A.S. **Determinação de coeficientes da equação de °Angström para Belém**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. (não publicado).
- DINIZ T.D. de A.S. BASTOS, T.X.: KOBAYASHI, L. T. & SILVA, M.M.M. da. **Radiação global e seus componentes em Belém**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 4p. (EMBRAPA CPATU. Pesquisa em Andamento, 135).
- DINIZ, T.D. de A.S.: BASTOS, T.X.: KOBAYASHI, L. T.; SILVA, M.M.M. da & ARAÚJO, J.A. **Avaliação do potencial de energia solar no trópico úmido brasileiro - resultados parciais**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 15p. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3, Campinas, jul. 1983.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Roma, FAO, 1975. 178p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper, 24).
- GLOVER, J. & McCULLOCH, J.S.G. The empirical relation between solar radiation and hours of sunshine. *Quart. J.R. Met. Soc.* 84: 172-5, 1958.
- HANCOCK, J.K.: HILL, R.W. & HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and precipitation deficits for Tropical America**. Cali, CIAT, Beef Program, 1979. 398p.

- INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE, Belém, PA. **Estudos da variação climática da região de Belém.** Relatório Interno, Sub-Projeto IPEAN 11/67. Belém, 1973. (datilografado).
- JAMES, J.W. Comparing regression and correlation. *Appl. Stat.* 13:127-32 1964.
- LÖF, O.G.; DUFFIE, J.A. & SMITH, C.O. **World distribution of solar radiation.** Madison, Univ. of Wisconsin. Solar Energy Laboratory, 1966. 59p. (Univ. Wisconsin, Engineering Experiment Station. Report, 21).
- MACEDO, I. de C.; PEREIRA, J.T.V. & MILANEZ, L.F.A. Aplicação de um método indireto de solarimetria para a energia incidente na região amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 1, Rio de Janeiro, 1978. *Anais...* Rio de Janeiro. s. ed., 1978. p. 127-37.
- MACHADO, C.A.C. & ROCHA, E.A.A. da. **Modelo matemático para a radiação solar global na região metropolitana de Belém.** Belém, UFFa, 1983. 167p.
- MOTA, F.S. da; BEIRSDORF, M.I.C. & ACOSTA, M.J.C. Estimativa preliminar da radiação solar no Brasil. *B. Téc. Dep. Nac. Meteorol.*, 14: 42-58, 1977).
- NIRENBERG, M. Atividades solarimétricas do Instituto Nacional de Meteorologia. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA SOLAR, 2, São Paulo, 1981. *Anais...* São Paulo, Sec. Ind. Com. Ciência e Tecnologia - Acad. de Ciências de São Paulo, 1981. p. 112-33.
- NUNES, G.S.S.; ANDRÉ, R.G.B., VIANELLO, R.L. & MARQUES, V.S. Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1978. 45p.
- RENDEIRO, G., PONTES, M.X., GOMES, A. & LIMA FILHO, S. da S. **Modelo de radiação para a região metropolitana de Belém.** Belém, UFFa, 1984. 10p. Trabalho apresentado no Simpósio do Trópico Úmido, 1, Belém, nov. 1984.
- RIBEIRO. A.M. de A. **Estudos das relações entre radiação solar global (Q_g) e razão de insolação n/N em algumas regiões do Brasil.** Piracicaba, ESALQ, 1980. 88p. Tese mestrado.
- RIJKS, D.A. & HUXLEY, P.A. The empirical relation between solar radiation and hours of bright sunshine near Kampala, Uganda. *J. Appl. Ecol.*, 1: 339-45, 1964.
- VILLA NOVA, N.S.; SALATI, E. & MATSUI, E. Estimativa de transpiração na bacia amazônica. *Acta Amaz.*, 6(2): 215-8, 1976.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Commission for Instruments and Methods of Observation, Genebra, Suíça, **Draft report of committee B on item 8 radiation measurement.** Suíça, 1977.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Genebra, Suíça, **Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source.** Genebra, 1981. 298p. (WMO. Technical Note, 172).